



Diagnóstico do  
Conhecimento sobre  
a Biodiversidade no  
Estado de Minas Gerais -  
Subsídio ao Programa  
BIOTA MINAS.

Editores  
Gláucia Moreira Drummond  
Cássio Soares Martins  
Magda Barcelos Greco  
Fábio Vieira



**Realização:**



Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação Superior

**FAPEMIG**



**Patrocínio:**



Foto: Miguel Andrade









**Governo do Estado de Minas Gerais**

Aécio Neves da Cunha  
Governador

Antônio Augusto Junho Anastasia  
Vice-Governador

**Secretaria de Estado de Ciência,  
Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais**

Alberto Duque Portugal  
Secretário de Estado

Evaldo Ferreira Vilela  
Secretário-adjunto

Octávio Elísio Alves de Brito  
Subsecretário de Ensino Superior

Vicente José Gamarano  
Subsecretário de Inovação e Inclusão Digital

Déa Maria da Fonseca  
Superintendente de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

**Fundação Biodiversitas**

Cástor Cartelle Guerra  
Diretor- Presidente

Luiz Octávio Possas Gonçalves  
Diretor Vice-Presidente

José Fernando Coura  
Diretor-Secretário

**Fundação de Amparo à Pesquisa do  
Estado de Minas Gerais - FAPEMIG**

Mário Neto Borges  
Presidente

José Policarpo Gonçalves de Abreu  
Diretor Científico

Paulo Kleber Duarte Pereira  
Diretor de Planejamento, Gestão e Finanças

**Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig**

Djalma Bastos de Moraes  
Presidência

Luiz Henrique de Castro Carvalho  
Diretoria de Geração e Transmissão

Enio Marcus Brandão Fonseca  
Superintendência Gestão Ambiental da Geração e Transmissão

Newton José Schmidt Prado  
Gerência de Estudos e Manejo da Ictiofauna e Programas Especiais







### Equipe Técnica Executiva

Fundação Biodiversitas  
Amanda Alves dos Santos  
Bernardo Torido  
Carlos Fellipe Mendes Mariz  
Rafael Thiago do Carmo

Sectes  
Isabela Claret Torres

Projeto Gráfico  
Túlio Linhares  
Rogério Fernandes

Revisão  
Célia Arruda

Revisão Final  
Fundação Biodiversitas  
Carlos Fellipe Mendes Mariz

### Ficha catalográfica

---

502.74(81)

Biota Minas: diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no Estado de Minas Gerais – subsídio ao Programa Biota Minas. / Editores Gláucia Moreira Drummond, Cássio Soares Martins, Magda Barcelos Greco, Fábio Viera; equipe técnica Amanda Alves dos Santos... [et al.]; projeto gráfico Túlio Linhares, Rogério Fernandes; revisão [de] Célia Arruda; revisão final [de] Carlos Fellipe Mendes Mariz. – Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2009.

624 p. : il.

ISBN: 978-85-85401-24-5

1. Diversidade biológica – Minas Gerais. 2. Ecologia microbiana – Controle. 3. Botânica – Controle. 4. Vertebrado – Controle. 5. Genética – Controle. 6. Biotecnologia – Controle. 7. Zoologia – Controle. 8. Áreas de conservação de recursos naturais - Controle. I. Drummond, Gláucia Moreira. II. Martins, Cássio Soares. III. Greco, Magda Barcelos. IV. Vieira, Fábio. V. Universidade Federal de Minas Gerais. VI. Fundação Biodiversitas.

---

CDU:502.74(81)



## Coordenação Temática

### Diversidade Microbiana

<b>Carlos Augusto Rosa<sup>1</sup></b>	Universidade Federal de Minas Gerais
--	--------------------------------------

### Diversidade de Organismos Aquáticos

<b>Paulina Maria Maia Barbosa<sup>1</sup></b>	Universidade Federal de Minas Gerais
---	--------------------------------------

Alessandra Giani Pinto Coelho <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
--	--------------------------------------

Francisco Antonio Rodrigues Barbosa <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
--	--------------------------------------

Ricardo Motta Pinto Coelho <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
---	--------------------------------------

Sylvia Therese Meyer Ribeiro <sup>2</sup>	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
---	---

### Diversidade de Invertebrados Terrestres

<b>Fernando Amaral da Silveira<sup>1</sup></b>	Universidade Federal de Minas Gerais
--	--------------------------------------

Angelo Barbosa Monteiro Machado <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
--	--------------------------------------

Adalberto José dos Santos <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
--	--------------------------------------

Everardo José Grossi <sup>2</sup>	Pesquisador Autônomo
-----------------------------------	----------------------

Fernando Zagury Vaz de Mello <sup>2</sup>	Universidade Federal do Mato Grosso
---	-------------------------------------

Henrique Paprocki <sup>2</sup>	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
--------------------------------	--

Olaf Hermann Hendrik Mielke <sup>2</sup>	Universidade Federal do Paraná
--	--------------------------------

Rodrigo Lopes Ferreira <sup>2</sup>	Universidade Federal de Lavras
-------------------------------------	--------------------------------

Sérvio Pontes Ribeiro <sup>2</sup>	Universidade Federal de Ouro Preto
------------------------------------	------------------------------------

Teofânia Heloisa Dutra Amorim Vidigal <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
--	--------------------------------------

### Diversidade de Vertebrados

#### Peixes

<b>Fábio Vieira<sup>1</sup></b>	Fundação Biodiversitas
---------------------------------	------------------------

Carlos Bernardo Mascarenhas Alves <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
--	--------------------------------------

Paulo dos Santos Pompeu <sup>2</sup>	Universidade Federal de Lavras
--------------------------------------	--------------------------------

## Anfíbios

<b>Luciana Barreto Nascimento<sup>1</sup></b>	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Felipe Sá Fortes Leite <sup>2</sup>	Pesquisador Autônomo
Paula Cabral Eterovick <sup>2</sup>	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Renato Neves Feio <sup>2</sup>	Universidade Federal de Viçosa

## Répteis

<b>Renato Silveira Bérnils<sup>1</sup></b>	Museu Nacional/UFRJ
Cristiano de Campos Nogueira <sup>2</sup>	Conservação Internacional do Brasil
Vinicius Xavier da Silva <sup>2</sup>	Centro Universitário Federal de Alfenas

## Aves

<b>Luís Fábio Silveira<sup>1</sup></b>	Universidade de São Paulo
Leonardo Esteves Lopes <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
Mauro Guimarães Diniz <sup>2</sup>	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Santos D'Ángelo Neto <sup>2</sup>	Universidade Estadual de Montes Claros

## Mamíferos

<b>Adriano Pereira Paglia<sup>1</sup></b>	Conservação Internacional do Brasil e Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix
Adriano Garcia Chiarello <sup>2</sup>	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Fabiano Rodrigues de Melo <sup>2</sup>	Universidade Federal de Goiás
Flávio H. Guimarães Rodrigues <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
Valéria da Cunha Tavares <sup>2</sup>	American Museum of Natural History, NY

## Diversidade Botânica

### Pteridófitas

<b>Alexandre Salino<sup>1</sup></b>	Universidade Federal de Minas Gerais
Gustavo Henriger <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
Thaís Elias Almeida <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
Vinicius A. de Oliveira Dittrich <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais

<b>Fanerógamas</b>	
<b>João Renato Stehmann<sup>1</sup></b>	Universidade Federal de Minas Gerais
Fabiane Nepomuceno Costa <sup>2</sup>	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Luiz Menini Neto <sup>2</sup>	Universidade Federal de Juiz de Fora
Marcos Eduardo Guerra Sobral <sup>2</sup>	Universidade Federal de São João del Rei
Paulo Takeo Sano <sup>2</sup>	Universidade de São Paulo
<b>Diversidade Genética</b>	
<b>Fabício Rodrigues dos Santos<sup>1</sup></b>	Universidade Federal de Minas Gerais
Cleusa Graça da Fonseca <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
Edmar Chartone de Souza <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
Eduardo Leite Borba <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
Jorge Abdala Dergam <sup>2</sup>	Universidade Federal de Viçosa
Maria Bernadete Lovato <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>Biotecnologia</b>	
<b>Christiane Contigli<sup>1</sup></b>	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Evanguedes Kalapothakis <sup>2</sup>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>Coleções Biológicas</b>	
<b>Coleções Vivas-Flora</b>	
<b>Míriam Pimentel Mendonça<sup>1</sup></b>	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
<b>Coleções Vivas-Fauna</b>	
<b>Humberto Espírito Santo de Mello<sup>1</sup></b>	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
<b>Herbários</b>	
<b>Alexandre Salino<sup>1</sup></b>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>Acervos</b>	
<b>Luciana Barreto Nascimento<sup>1</sup></b>	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
<b>Fernando Silveira<sup>1</sup></b>	Universidade Federal de Minas Gerais

Legenda: <sup>1</sup> Coordenador(a); <sup>2</sup> Subcoordenador(a).





## **Projeto “Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais: Conservação, uso e Biotecnologia - Subsídio ao Projeto Biota Minas”.**

A **biodiversidade** é uma das propriedades fundamentais da natureza, envolvendo organismos, suas interações e processos responsáveis pelo equilíbrio dos ecossistemas. Nesse contexto, cada espécie possui valor inestimável, contribuindo de forma singular para a manutenção de toda a biodiversidade que a cerca.

A perda de uma espécie pode ser ocasionada pela alteração, destruição ou superexploração de seus habitats, tendo como causas, por exemplo: desmatamentos, aumento dos aglomerados urbanos, alterações climáticas, introdução de espécies exóticas invasoras ou contaminação do meio ambiente.

As ações e o desconhecimento humanos resultaram em grande degradação dos nossos recursos naturais, refletindo-se, especialmente, na perda da biodiversidade. Se a reversão de alguns casos é impossível, o avanço do conhecimento sobre a questão proporciona ferramentas valiosas para impedir ou mitigar os efeitos negativos da intervenção humana.

Minas Gerais se destaca pela riqueza de sua biodiversidade, que pode ser fonte de imenso potencial para uso econômico. No entanto, é de fundamental importância o fortalecimento de grupos de pesquisa, o direcionamento das linhas de pesquisas e a canalização de recursos para áreas temáticas consideradas “chave” para a conservação e o uso adequado da biodiversidade.

A Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (Sectes) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), cientes da importância do tema, e de suas atuações, desenvolveram, em parceria com a Fundação Biodiversitas, o Projeto “Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais: Conservação, Uso e Biotecnologia - Subsídio ao Projeto Biota Minas”, que resultou nesta publicação.

O objetivo primordial do projeto foi realizar um diagnóstico do conhecimento atual sobre a biodiversidade em Minas Gerais, mapear as áreas temáticas vinculadas à conservação e ao uso





## Apresentação

Para conhecer as lacunas do conhecimento e as urgências para conservação da biodiversidade de Minas Gerais, incluindo sua utilização sustentável e a repartição dos benefícios dela oriundos, a Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia e Ensino Superior – SECTES, em parceria com a Fundação Biodiversitas, e apoio financeiro da FAPEMIG, desenvolveram o **Projeto “Diagnóstico do Conhecimento da Biodiversidade no Estado de Minas Gerais: conservação, uso e biotecnologia - Subsídio para o Biota Minas**, tornado público neste livro.

O objetivo primordial desse Projeto foi realizar um diagnóstico do estado da arte do conhecimento atual sobre a biodiversidade em Minas Gerais e identificar as demandas prioritárias para subsidiar a implantação de um amplo e duradouro programa de pesquisas voltado para a caracterização, a conservação e o uso sustentável da Biodiversidade do Estado de Minas Gerais.

Nosso Estado é hoje um dos principais polos brasileiros de ciência, tecnologia e inovação, com atividades em suas universidades e em seus institutos de pesquisa, centros geradores de conhecimento e formadores de recursos humanos qualificados para a ciência e a tecnologia. Por isso, a implantação do Programa Biota Minas já vem com o selo de sucesso.

Minas Gerais é um dos Estados brasileiros mais ricos em biodiversidade e muito tem investido na conservação deste patrimônio. Na base das estratégias para conservação, estão publicações como o Atlas das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade e as Listas Vermelhas das Espécies Ameaçadas de Extinção, iniciativas de caráter pioneiro em relação a outros Estados da federação, publicações essas que a Biodiversitas teve o privilégio de editar.

A implementação do Biota Minas como meta para ampliar e difundir o conhecimento sobre a biodiversidade permitirá ao Estado aperfeiçoar as bases dos planejamentos e das políticas de proteção e utilização racional de seus recursos biológicos.





Foto: Miguel Andrade



## Sumário

<b>Introdução</b>	22
<b>Metodologia</b>	28
<b>Diagnósticos Temáticos</b>	41
Diversidade Microbiana	43
Análise do Banco de Dados	66
Diversidade de Organismos Aquáticos	81
Análise do Banco de Dados	109
Diversidade de Invertebrados Terrestres	123
Análise do Banco de Dados	147
Contexto Bioesleológico	160
<b>Diversidade de Vertebrados</b>	177
Peixes	181
Anfíbios	221
Répteis	251
Aves	281
Mamíferos	297
Análise do Banco de Dados	315
<b>Diversidade Botânica</b>	329
Pteridófitas	331
Fanerógamas	355
Análise do Banco de Dados	375
<b>Diversidade Genética</b>	388
Análise do Banco de Dados	411
<b>Biotecnologia</b>	425
Análise do Banco de Dados	453
<b>Coleções Biológicas</b>	467
Coleções Zoológicas	469
Coleções Vivas-Fauna	487
Herbários	495
Coleções Vivas-Flora	509
<b>Panorama das Áreas Protegidas</b>	521
<b>Síntese</b>	534
Consulta Ampla	536
Diretrizes Finais	565
Estruturação	601
<b>Colaboradores</b>	605
<b>Lista de siglas</b>	619

## Introdução

Glaucia Drummond<sup>1</sup>

Magda Barcelos Greco<sup>2</sup>

Fábio Vieira<sup>1</sup>

Toda a vida na Terra é parte de um grande sistema interdependente que interage e depende dos componentes não vivos do planeta: atmosfera, oceanos, águas doces, rochas e solos (UNEP; IUCN; WRI, 1992). A humanidade depende totalmente desta comunidade viva - a biosfera -, da qual somos parte integrante.

A biodiversidade, entendida como o conjunto de genes, espécies e ecossistemas de uma região, pode ser dividida em três categorias hierárquicas: diversidade genética, que se refere à variação dos genes das espécies; diversidade específica, relativa à variedade de espécies de uma região; e a diversidade de ecossistemas, que é a mais difícil de delinear claramente, pois os “limites” das comunidades não são tão precisos (UNEP; IUCN; WRI, 1992).

A crescente expansão humana sobre os ecossistemas tem consequências negativas sobre a biodiversidade e afeta cada vez mais sua capacidade de fornecer serviços que são críticos para o bem-estar humano. Como “serviços ecossistêmicos” podem ser incluídos a provisão de alimentos e de água doce, a informação genética utilizada para a biotecnologia, a polinização das culturas, a manutenção dos ciclos hidrológicos, a atenuação de inundações e secas, proteção contra erosão e purificação do ar e da água (Kettunen & ten Brink, 2006).

A biodiversidade e os serviços ambientais obviamente são elementos críticos para o funcionamento da vida da Terra e para o bem-estar humano, quer direta ou indiretamente, e, portanto, representam parte do valor econômico total do planeta. Diversos esforços são feitos para estimar o valor global atribuível à biodiversidade e aos serviços ambientais, embora em sua maioria careçam de grande

<sup>1</sup> Fundação Biodiversitas

<sup>2</sup> Sectes- MG - Secretaria de Estado de Ciências, Tecnologia e Ensino Superior

precisão. Como exemplo, pode ser usado o trabalho de Constanza *et al.* (1997), que estimou, com base em estudos publicados e em alguns cálculos originais, o valor econômico de 17 serviços ecossistêmicos para 16 biomas. Para toda a biosfera, o valor estimado estava entre US\$ 16-54 trilhões por ano, com uma média de US\$ 33 trilhões por ano. Digno de nota é que essa foi considerada uma estimativa mínima, mas que representou quase o dobro do Produto Global Bruto (PIB) calculado na mesma época como sendo cerca de US\$ 18 trilhões por ano.

Com tamanha importância econômica, torna-se fácil entender a necessidade de se conhecer detalhadamente a biodiversidade do planeta, sendo consenso que sua perda deve ser evitada através de esforços empreendidos por todos os países.

## **Biodiversidade no Brasil**

Apenas 17 países concentram cerca de 70% da biodiversidade do planeta, e entre eles Brasil e Indonésia são os dois maiores países megadiversos do mundo ([www.megadiversidade.com.br/Brasil.htm](http://www.megadiversidade.com.br/Brasil.htm)).

Estimativas indicam que o Brasil abriga entre 15 e 20% das 1,5 milhão de espécies descritas na Terra. Sua flora é a mais rica do mundo, com cerca de 55.000 espécies de plantas superiores. Destaca-se ainda com 650 espécies de mamíferos, 1.801 de aves, 825 de anfíbios; 693 de répteis e 2.835 de peixes de água doce (Lewinsohn & Prado, 2002; Froese & Pauly, 2009; Reis *et al.*, 2006; SBH, 2008).

Com a Constituição Federal Brasileira de 1988, o meio ambiente foi trazido para o foco das decisões políticas, com o reconhecimento da ligação entre desenvolvimento social e econômico e qualidade do meio ambiente. Aos poucos começou-se a delinear uma abordagem integradora, que se opõe à visão desenvolvimentista clássica adotada até então. Esta mudança gradual de paradigma é verificada não somente na esfera federal, mas também nos Estados, Distrito Federal e Municípios, que passaram a dividir, com o Governo Federal, parcela considerável de responsabilidade pela condução das políticas ambientais (MMA, 2002).

Ao sediar a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento em 1992, e ratificar a assinatura da Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB, em 1994, o Brasil reassumiu

e reforçou o compromisso constitucional de proteger sua biodiversidade e seu patrimônio genético, dando novo impulso à história das ações de conservação do país (MMA, 2002).

É bastante claro que o conhecimento científico é fator indispensável para o desenvolvimento de um país, e propicia à sociedade uma posição crítica de avaliação sobre as suas aplicações, riscos e limitações, sem preconceitos e dogmas (SECTES, 2006). No Brasil, um dos programas de destaque no cenário brasileiro no campo da biodiversidade, ainda na década de 1990, foi o Biota/Fapesp - Projeto Especial de Pesquisas em Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade no Estado de São Paulo. O Biota/Fapesp foi concebido no intuito de superar o impasse entre o descrédito da comunidade científica nos programas propostos por órgãos eminentemente político-administrativos e a indiscutível necessidade de planejar adequadamente a conservação/exploração racional do gigantesco patrimônio representado pela diversidade biológica.

Seguindo-se este modelo, que provou ser bem sucedido ao longo dos anos, outros Estados brasileiros, como Bahia, Pará e Espírito Santo, implementaram programas similares. Esses programas têm em comum o estímulo às pesquisas que contribuem para a conservação e a utilização sustentável da diversidade biológica e assim cooperam para a implementação da Convenção da Biodiversidade no Brasil.

## **Biodiversidade em Minas Gerais**

Minas Gerais apresenta grande diversidade física em uma área de 586,528 km<sup>2</sup> dividida entre seus 853 municípios (IBGE, 2007). Com suas diferentes formas de relevo e somadas às características específicas de seus solos, retrata uma infinidade de paisagens com ambientes únicos a serem preservados.

A ampla superfície, o clima, o relevo e os recursos hídricos do território mineiro propiciaram o desenvolvimento de uma cobertura vegetal extremamente rica e diversa, agrupada em três grandes biomas: a Mata Atlântica, o Cerrado e a Caatinga, responsáveis pela grande diversidade de paisagens. Essa variedade resulta em riqueza extraordinária de flora e, por conseguinte, de fauna. Entretanto, toda essa diversidade de paisagens e formas biológicas encontra-se fortemente ameaçada em Minas Gerais, devido a processos históricos de uma ocupação territorial desordenada (Drummond *et al.*, 2005).



As listas vermelhas vigentes da flora e da fauna de Minas Gerais servem para retratar a situação de ameaça desse patrimônio, na medida em que relacionam 1127 e 273 espécies ameaçadas, respectivamente (Drummond *et al.*, 2008). No que diz respeito à fauna, mais de 50% das espécies ameaçadas ocorrem nos remanescentes da Mata Atlântica no Estado (Drummond *et al.*, 2008). Essa situação é facilmente compreendida ao considerarmos que esse bioma, que cobria originalmente 41% da superfície estadual, hoje se restringe a apenas 4% dessa área. O Cerrado, que já ocupou aproximadamente 57% da extensão territorial do Estado, também se encontra em rápido processo de transformação, cedendo espaço para culturas/monoculturas agrícolas e florestais ou para a implantação de atividades agropecuárias. Estes efeitos são mais graves quando se sabe que 60% das espécies da flora ameaçadas de Minas Gerais têm sua distribuição geográfica no Cerrado. O bioma Caatinga, embora apresente expressividade menor no Estado (2% do território), abriga 5% das espécies da flora e aproximadamente 4% das espécies da fauna ameaçadas de extinção de Minas Gerais (Drummond *et al.*, 2008).

A forte pressão a que estão submetidos esses ecossistemas refletiu-se em uma iniciativa pioneira no planejamento regional, quando em 1998 o Estado definiu as prioridades para conservação da biodiversidade dentro do seu território. Esse processo resultou na publicação “Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua Conservação”, cujos trabalhos foram coordenados pela Fundação Biodiversitas (Costa *et al.*, 1998), e recentemente revistos (Drummond *et al.* 2005). Ao todo, estão mapeadas 112 áreas prioritárias, definidas com a participação de 197 especialistas de 56 diferentes instituições de pesquisa, estaduais e nacionais.

Embora a diversidade existente no Estado seja muito elevada, como poderá ser constatado ao longo dos diversos capítulos deste livro, o conhecimento hoje disponível representa apenas uma parcela desse patrimônio. Essa condição tem reflexos claros em algumas deficiências das listas vermelhas e do Atlas, nos quais vários grupos não foram representados pela falta de conhecimento ou mesmo de especialistas para desenvolvimento de estudos básicos. Adicionalmente, tais ferramentas são dinâmicas e, à medida que avança o conhecimento sobre a biodiversidade e as ações efetivadas para a sua conservação, o planejamento deve ser revisto e atualizado.

Considerando essa perspectiva, é imperativo para o Estado assegurar uma política de investimento contínuo para aumentar o conhecimento sobre a biodiversidade, única forma de garantir sua preservação e seu uso sustentável.

## O Programa Biota Minas

A geração de novos conhecimentos sobre a biodiversidade em Minas Gerais deverá levar não só à inclusão de táxons menos conhecidos, mas também a novas abordagens (genética, ecossistêmica, processos ecológicos, serviços ambientais etc.) em planejamentos futuros de conservação e aproveitamento sustentável dos recursos naturais. A consequência clara de uma iniciativa desse porte será a repartição de benefícios e a melhoria da qualidade de vida para toda a sociedade.

Com base nessas premissas, a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SECTES) e a Fundação Biodiversitas desenvolveram, com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), o Projeto “Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais: Conservação, Uso e Biotecnologia - Subsídio ao Projeto Biota Minas”. Esse projeto foi responsável pela elaboração de um diagnóstico sobre o estado atual do conhecimento da biodiversidade do Estado de Minas Gerais, que incluiu: o mapeamento da capacidade técnica do Estado, a distribuição espacial das pesquisas no Estado, a situação das coleções biológicas, a identificação das lacunas no conhecimento e respectivas pesquisas prioritárias, as demandas e carências de financiamento das distintas áreas temáticas ligadas ao uso e à conservação da biodiversidade. O resultado desse esforço inicial é apresentado nesta publicação e constitui a base de dados para estruturação e subsídios para implantação do “Biota Minas”.

O Diagnóstico foi realizado da forma mais inclusiva possível e com ampla participação da comunidade científica, instituições de ensino e pesquisa e órgãos gestores. As áreas temáticas para execução do diagnóstico foram assim definidas: Diversidade Microbiana; Diversidade de Organismos Aquáticos (planctônicos, bentônicos e macrófitas); Diversidade de Invertebrados Terrestres; Diversidade de Vertebrados (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos); Diversidade Botânica (Pteridófitas e Fanerógamas); Diversidade Genética; Coleções Biológicas e Biotecnologia.

Adicionalmente inclui-se uma abordagem sobre a situação das pesquisas das áreas protegidas estaduais na medida em que têm um papel fundamental para a manutenção da biota de Minas Gerais.

Os capítulos integrantes desta obra seguiram um padrão comum, embora com algumas adaptações necessárias a determinados temas. Dessa forma, constam nos capítulos o estado

do conhecimento sobre o tema em Minas Gerais, com seu respectivo histórico; as estimativas de diversidade no grupo para o mundo, Brasil e MG; as principais ameaças e os esforços de conservação empreendidos; a infraestrutura e os recursos humanos existentes no Estado; e, por último, as prioridades e perspectivas, estas amplamente apoiadas no diagnóstico e nas respostas da comunidade científica consultada.

Assim, por meio deste conteúdo, consideram-se lançadas as bases para o estabelecimento do Programa Biota Minas como um meio para a conservação da biodiversidade do Estado de Minas Gerais, tendo o desenvolvimento biotecnológico como uma das suas estratégias.

## Referências Bibliográficas

- Costa, C.M.R., G. Hermann, C.S. Martins, L.V. Lins & I.R. Lamas. 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação*. Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte. 92p.
- Costanza, R., R. d'Arge, R.S. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton & M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann (org.). 2008. *Listas vermelhas das espécies da fauna e flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Drummond, G.M., C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini. 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para a sua conservação*. 2ª ed. Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte. 208p.
- Froese, R. & D. Pauly (ed.). 2009. *FishBase. World Wide Web electronic publication*. Disponível em: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). Acesso em: fev. de 2009.
- Instituto Brasileira de Geografia e Estatística - IBGE. 2009. Estados: MG. Disponível em: [www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mg](http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=mg). Acesso em: mai. de 2009.
- Kettunen, M. & P. ten Brink. 2006. *Value of biodiversity- Documenting EU examples where biodiversity loss has led to the loss of ecosystem services*. Final report for the European Commission. Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium. 131p.
- Lewinsohn, T.M. & P.I. Prado. 2002. *Biodiversidade Brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. Contexto Acadêmica, São Paulo. 176pp.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2002. *Biodiversidade Brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros*. Brasília, MMA. 404p.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2006. *Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MMA. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/sbf/chm/relpub.html](http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/relpub.html). Acesso em: mai. de 2009.
- Reis, N.R., A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima. 2006. *Mamíferos do Brasil*. Londrina. 437p.
- Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior - SEC-TES. 2006. *Histórico da C&T*. Disponível em: [www.sectes.rmg.gov.br/institucional/institucional.htm](http://www.sectes.rmg.gov.br/institucional/institucional.htm). Acesso em: mar. de 2006.
- Sociedade Brasileira de Herpetologia - SBH. 2008. *Brazilian reptiles, List of species*. Disponível em: [www.sbherpetologia.org.br](http://www.sbherpetologia.org.br). Acesso em: abril de 2008.
- UNEP, IUCN, WRI, 1992. *Global biodiversity strategy: guidelines for action to save, study, and use earth's biotic wealth sustainably and equitably*. Gland, Switzerland, IUCN, 244p.

## Metodologia do Diagnóstico

**Cássio Soares Martins | Gláucia Moreira Drummond**

Fundação Biodiversitas

De acordo com Canhos *et al.* (2004), a construção do conhecimento sobre biodiversidade é necessariamente coletiva e requer tratamento multi e interdisciplinar, além de um ambiente de colaboração global, onde o conhecimento científico deve ser considerado como infraestrutura de pesquisa, visando fornecer uma base comparativa de dados e conhecimento.

Tomando-se tais premissas como base, o processo de estruturação do diagnóstico da biodiversidade no Estado de Minas Gerais compôs-se das seguintes etapas:

Etapa 1: Seleção das áreas temáticas e dos respectivos coordenadores;

Etapa 2: Estruturação de questionários temáticos e de banco de dados de apoio ao diagnóstico;

Etapa 3: Consulta Ampla a especialistas e instituições técnicas;

Etapa 4: Elaboração de Diagnósticos Temáticos;

Etapa 5: Síntese das Prioridades.

### **Etapa 1: A Seleção das Áreas Temáticas e dos Respetivos Coordenadores**

A seleção das áreas temáticas ligadas à conservação e utilização da biodiversidade no Estado de Minas Gerais foi realizada considerando-se especialmente os grandes agrupamentos taxonômicos naturais. A adoção de áreas temáticas com base na taxonomia dos grupos zoológicos e botânicos resultou na definição de cinco áreas: **Diversidade de Invertebrados Terrestres, Diversidade de Vertebrados, Diversidade de Organismos Aquáticos – planctônicos, bentônicos e macrófitas, Diversidade Botânica e Diversidade Microbiana**, as quais correspondem, em grande parte, à divisão adotada pelo Ministério do Meio Ambiente no âmbito do Projeto “Estratégia Nacional de Diversidade Biológica” (MMA, 2006). Entretanto, considerando que o critério estritamente taxonômico não era suficientemente abrangente para todos os componentes do conhecimento sobre biodiversidade, foram somadas ao Diagnóstico, mais três áreas - **Diversidade Genética, Biotecnologia e Coleções Biológicas**, considerados temas transversais às áreas temáticas acima descritas.

A estratégia adotada de condução do diagnóstico se deu pela criação de dois níveis de coordenação: uma Coordenação Geral composta por representantes da Sectes/MG – Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Estado de Minas Gerais e da Fundação Biodiversitas; e um grupo de Coordenação Científica temática.

A coordenação geral ficou encarregada da formatação das diretrizes básicas dos trabalhos, da seleção preliminar das áreas temáticas do diagnóstico, da seleção dos coordenadores temáticos, da condução, monitoramento e consolidação dos trabalhos. Para isso, foram realizadas reuniões de trabalho sistemáticas e contínuas.

A seleção dos coordenadores temáticos foi feita de modo a reunir especialistas com amplo histórico de pesquisas sobre a biodiversidade do Estado de Minas Gerais, nas áreas focos do diagnóstico, representando, ainda, as principais instituições de ensino e pesquisa, públicas ou privadas, das diferentes regiões geográficas do Estado.

Os coordenadores tiveram as seguintes atividades principais no processo de elaboração do Diagnóstico: aperfeiçoar os questionários temáticos previamente elaborados pela Fundação Biodiversitas; indicar pesquisadores e/ou grupos de pesquisa relacionados às respectivas áreas temáticas; estimular a participação de pesquisadores que atuam em Minas Gerais em sua área de especialidade; monitorar o cadastramento de informações no Banco de Dados; e elaborar um texto síntese de diagnóstico em sua respectiva área temática.

## **Etapa 2: Estruturação de Questionários Temáticos e do Banco de Dados de Apoio ao Diagnóstico**

Como suporte à elaboração do Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade do Estado de Minas Gerais, foram elaborados dois modelos de questionários – “Avaliação do Conhecimento” (Anexo 1) e “Coleções Biológicas” (Anexos 2 e 3) - que deram origem ao Banco de Dados do projeto. Este banco de dados eletrônico foi formatado pelo Centro de Documentação para a Conservação da Biodiversidade – CDCB, da Fundação Biodiversitas, de modo que pudesse ser acessível de forma compartilhada, através de diferentes níveis de acesso, entre coordenadores e pesquisadores, e atualizada em tempo real.

O questionário “Avaliação do Conhecimento” foi dirigido à comunidade científica e teve como foco a identificação da capacidade técnica atual de Minas Gerais – qualificação do pesquisador, instituição à qual está vinculado, linhas de orientação; o cadastramento das pesquisas desenvolvidas no Estado de Minas Gerais; a verificação dos grupos taxonômicos melhor estudados; a indicação das regiões geográficas mais bem conhecidas e, por conseguinte, aquelas que representam lacunas de conhecimento; a identificação das fontes de financiamento acessadas e respectivos valores; o destino dos materiais testemunhos decorrentes dos levantamentos; e características dos documentos derivados das pesquisas. O questionário permitiu ainda a indicação das pesquisas prioritárias, da infraestrutura e dos recursos humanos e insumos necessários ao desenvolvimento científico e biotecnológico de Minas Gerais.

O questionário “Coleções biológicas” foi direcionado para os curadores das coleções presentes no Estado e teve como objetivo identificar a representatividade dessas coleções em relação à biodiversidade de Minas Gerais. Foram pesquisados aspectos relacionados a infraestrutura, orçamento, recursos humanos e as principais demandas relativas a ampliação, manutenção e fortalecimento das Coleções. Considerando que as coleções a serem consultadas referiam-se às Coleções Vivas e aos Acervos, foram elaborados dois modelos de questionário, adequados a essas particularidades.

Ressalta-se que os resultados derivados dos questionários foram utilizados como apoio aos diagnósticos temáticos apresentados nesta publicação. Deste modo, sua análise isolada não representa a situação de conhecimento sobre os grupos taxonômicos e/ou áreas de conhecimento pesquisadas para a estruturação do Biota Minas. No entanto, servem bastante ao primeiro esforço de sistematização das pesquisas, atuais e futuras, desenvolvidas em Minas Gerais.

A análise da base de dados formada foi feita segundo duas plataformas: uma plataforma tabular, composta de tabelas e gráficos, e uma plataforma geográfica, onde os dados passíveis de georreferenciamento foram utilizados na geração de produtos cartográficos. Utilizou-se na análise, como região geográfica, as mesorregiões administrativas do IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e as bacias hidrográficas do IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

As informações oriundas dos questionários estruturados foram automática e eletronicamente arquivadas no Banco de Dados e estão à disposição da SECTES-MG e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, através do endereço eletrônico [www.biodiversitas.org.br/biotaminas](http://www.biodiversitas.org.br/biotaminas).

### **Etapa 3: Consulta Eletrônica a Especialistas e Instituições Técnicas**

Esta etapa caracterizou-se pela coleta de dados junto à comunidade científica por meio dos questionários estruturados. A disponibilização dos questionários foi feita em formato eletrônico para uma rede de pesquisadores que atuam no Estado de Minas Gerais, de forma remota através da internet, pela home-page [www.biodiversitas.org.br/biotaminas](http://www.biodiversitas.org.br/biotaminas). Destaca-se que, além dos pesquisadores, foram convidados as instituições de ensino e pesquisa, os curadores de coleções científicas, os jardins zoológicos e botânicos, de caráter público ou privado, abrangendo todo o Estado de Minas Gerais.

A base de dados teve dois níveis de acesso: um nível elementar, individual para cada pesquisador, que remetia ao acesso aos questionários do projeto; e um nível gerencial, de acesso à compilação das informações. Este acesso gerencial ocorreu durante todo o período da consulta, principalmente pelos Coordenadores das Áreas Temáticas, visando monitorar a consulta e os resultados parciais totalizados, obtidos pela análise automática de dados dos questionários preenchidos. Posteriormente, após a finalização da consulta, os resultados foram sintetizados e reunidos segundo cada área temática, possibilitando análises comparativas, estatísticas e geográficas.

É bom salientar que nesta etapa houve um grande esforço para se promover o engajamento de uma rede representativa de especialistas e instituições, de modo a reunir o maior volume possível de informações como subsídio à delimitação do contexto atual de conhecimento da biodiversidade em Minas Gerais e dos investimentos futuros para promover a sua conservação e utilização racional.

Os dados oriundos desta etapa foram complementados por consultas a dados de outras instituições e fontes oficiais de informação relacionadas ao ensino e à pesquisa no Brasil e em Minas Gerais, como p.ex., o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), o Banco de Currículos da Plataforma Lattes/CNPq, o CRIA – Centro de Referência em Informação Ambiental.

### **Etapa 4: Diagnósticos Temáticos**

A elaboração dos diagnósticos temáticos deu-se paralelamente à etapa da Consulta Ampla e implicou a compilação e análise, pelos coordenadores e subcoordenadores de áreas, de dados que permitissem a representação do estágio atual de conhecimento sobre cada área ou grupo temático.

De modo a se obter uma uniformidade das informações destes documentos, a estruturação dos diagnósticos foi definida por meio de roteiros comuns para grupos e temas contemplados, de acordo com a afinidade entre eles.

Conforme anteriormente comentado, os resultados derivados da amostragem da consulta realizada à comunidade científica na consulta ampla, através de questionários estruturados, foram incorporados ao final de cada diagnóstico, mas a sua análise de forma isolada não representa a situação de conhecimento sobre os grupos taxonômicos e/ou áreas de conhecimento pesquisadas para a estruturação do Programa Biota Minas.

### **Etapa 5: Síntese dos Resultados**

Esta etapa do trabalho implicou a estruturação de uma matriz lógica para a indicação das metas globais e específicas do Programa Biota Minas.

Para cada meta proposta foram indicados os objetivos a serem alcançados, os pressupostos e os meios de alcance, os custos estimados, os produtos derivados, os indicadores de resultados, prazos e graus de prioridade, dentro do contexto do Programa.

Esta mesma matriz foi replicada para cada área temática que compõe o diagnóstico, de modo a distinguir as prioridades entre os diferentes grupos temáticos, considerando o conhecimento hoje existente e as respectivas lacunas diagnosticadas. A consolidação das matrizes foi feita em um Workshop Técnico promovido pela SECTES/MG e pela Fundação Biodiversitas

### **Referências Bibliográficas**

Canhos, D.A.L., S. Souza & V.P. de Canhos. *Coleções Biológicas e Sistemas de Informação*. Disponível em: [www.cria.org.br/cgee/documentos/informacao.doc](http://www.cria.org.br/cgee/documentos/informacao.doc). Acesso em: mai. de 2009.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2006. *Biodiversidade Brasileira*. Brasília: MMA. Disponível em: [www.mma.gov.br/port/sbf/chm/repulpub.html](http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/repulpub.html). Acesso em: mai. de 2009.



## **ANEXO 1: Questionário “Avaliação do Conhecimento”**

### **A. Perfil do pesquisador:**

1. Nome:
2. Sexo:
3. Endereço para correspondência:
4. Telefones: - Celular: - Fax: - Email:
5. Nível de formação:
6. Profissão: - Autônomo?
7. Cargo:
8. Instituição de trabalho de origem:
9. Linhas das pesquisas desenvolvidas relacionadas com Biodiversidade:
10. Participa de grupos de pesquisa ligados a outras instituições que não a de origem? Quais?
11. Possui Currículo Lattes: - Número:

### **B. Produção pessoal de interesse do para diagnóstico:**

(pesquisas científicas, teses e dissertações, Estudos de Impacto Ambiental formalmente apresentados ao órgão ambiental, relatórios técnicos, outros – para iniciativa privada/pública).

1. Tipo de Pesquisa:
2. Ano (início - dia/mês/ano):
3. Nome da Pesquisa:
4. Participantes: individual ou grupo (relacione demais participantes).
5. Áreas do conhecimento abordadas no estudo:
6. Acessibilidade aos resultados dos trabalhos: Ampla ou Restrita.
7. Municípios – Microbacias - Unidades de Conservação:
8. Nível Taxonômico: Filo, Classe, Ordem, Família, Espécie, Outro.
9. Táxons:
10. Existe material testemunho? Espécime, DNA, Não se aplica.

11. Está depositado? Sim, Não. Onde?
12. Financiamento? Sim, Não, Não se aplica.
13. Número de bolsas concedidas: BIC (Iniciação científica), PG (Graduação), PPG (Pós-graduação)
14. Fonte de financiamento: Pública: Fapemig, CAPES, CNPq, Outra. Privada: Setor Energético, Setor Minerário, Setor Agrícola, Terceiro Setor, Outra.
15. Perfil: Curto Prazo (até um ano), Médio Prazo (de 1 a 3 anos), Longo Prazo (acima de 3 anos).
16. Valores recebidos (Mil reais): até 10, 10-20, 20-50, mais de 50, Não se aplica.

### **C. Mapeamento de Recursos Prioritários:**

1. Infraestrutura (construção, ampliação, reforma etc.): Prioridade Alta, Média ou Baixa.
2. Material permanente (equipamentos, veículos etc.): Prioridade Alta, Média ou Baixa.
3. Transporte (gasolina, aluguel veículo etc.): Prioridade Alta, Média ou Baixa.
4. Material de consumo (reagentes, papel etc.): Prioridade Alta, Média ou Baixa
5. Publicações (livros, guias, catálogos etc.): Prioridade Alta, Média ou Baixa.
6. Passagens (aéreas, terrestres etc.) e diárias: Prioridade Alta, Média ou Baixa.
7. Recursos humanos: Prioridade Alta, Média ou Baixa.
8. Capacitação técnica: Prioridade Alta, Média ou Baixa.
9. Outros, especificar: Prioridade Alta, Média ou Baixa.

### **D. Pesquisas prioritárias para Minas Gerais – Indicação pessoal:**

Pesquisas científicas consideradas prioritárias

1. Nível Taxonômico: Filo, Classe, Ordem, Família, Espécie, Outro.
2. Táxon(s):
3. Tipo de Pesquisa: Conservação, Taxonomia convencional, Taxonomia molecular, Filogenia e sistemática, Filogeografia, Inventário, Distribuição, Demografia, Bioprospecção, Genética, Uso sustentável, Aplicações tecnológicas, Outra.
4. Localização geográfica:

5. Municípios - Microbacias:
6. Justificativa:
7. Perfil do Financiamento: Curto Prazo (até um ano), Médio Prazo (de 1 a 3 anos), Longo Prazo (acima de 3 anos).

### **E. Projetos de desenvolvimento tecnológico em Minas Gerais (bioprospecção, uso, biotecnologia):**

projetos implantados no Estado e desenvolvidos por outros grupos ou pesquisadores

1. Projeto:
2. Táxon(s):
3. Tipo de Pesquisa: Fármacos, Biocombustíveis, Indústria Alimentícia, Meio Ambiente, Outra.
4. Pesquisador/Responsável:
5. Instituição/Organização:

## **ANEXO 2: Questionário “Coleções Biológicas – Modalidade Acervos”**

1. Grupo Temático: Vertebrados, Invertebrados, Fungos, Eubactéria, Flora, Algas, Genética.
2. Grupo taxonômico:
3. Instituição ou Proprietário ou Empresa:
4. Endereço:
5. Telefone:      Fax:
6. Coleção: Nome - Acrônimo - Sigla da Coleção.
7. Responsável pelas informações: - Cargo - E-mail - Telefone.
8. A Coleção é registrada no SISBIO? Sim, Não, Não se aplica.
9. A Coleção é registrada no CGEN? Sim, Não, Não se aplica.
10. Natureza da Coleção: Institucional, Particular. Há interesse em doação ou venda da coleção? Sim, Não.
11. Número de lotes? Sem estimativa, 1-500, 500-2.000, 2.000-5.000, Acima de 5.000, Não se aplica.
12. Número de exemplares? Sem estimativa, 1-5.000, 5.000-10.000, 10.000-50.000, Acima de 50.000, Não se aplica.

13. Número de lotes tombados? Sem estimativa, entre 10 e 30%, entre 31 e 60%, entre 61 e 100%, 100%, Não se aplica.
14. Existe material tipo depositado? Sim, Não, Não se aplica. Holótipos: No. de “lotes”. Parátipos: No. de “lotes”
15. O material está depositado: em via úmida, em via seca, tecidos, células, osteológico, DNA, extratos, outros.
16. Armazenamento dos dados da coleção: Em livro de tombo, Em meio digital em planilhas, Em meio digital em banco de dados, Em livros de tombo e meio digital, Outros – Especificar.
17. Os dados podem ser consultados na internet? Sim, Não. Há intenção de disponibilizá-los? Sim, Não. Há fatores limitantes?
18. Representatividade do material depositado: Municipal, Estadual, Regional, Nacional, Neotropical, Superior a Neotropical, Bioma, Outra.
19. Há taxonomistas associados à coleção: Sim, quantos e tipo de vínculo. Não, Não se aplica.
20. A coleção é utilizada como suporte para trabalhos de pós-graduação? Sim, Não.
21. A coleção esta aberta à comunidade científica? Sim, Não, Não se aplica.
22. Em relação ao nível de consultas/empréstimos do acervo, considera-se: Raro, Esporádico, Frequente, Intenso, Inexistente.
23. Número de profissionais que trabalham diretamente na coleção: Curadores, Técnicos de nível superior, Estudantes de graduação, Pesquisadores, Técnicos de nível médio, Pesquisadores sem vínculo empregatício/aposentados, Estudantes de pós-graduação, Estagiários voluntários, Outros (pesquisador visitante, etc.).
24. Interação da coleção com outras instituições: O acervo é consultado por pesquisadores brasileiros? Sim, Não. O acervo é consultado por pesquisadores estrangeiros? Sim, Não. O acervo é consultado para empréstimo por pesquisadores brasileiros? Sim, Não. O acervo é consultado para empréstimo por pesquisadores estrangeiros? Sim, Não. É feita permuta com outros acervos? Sim, Não.
25. Há coleção viva associada ao acervo? Sim, Não, Não se aplica. Quais?
26. Principais carências referentes a manutenção e organização da Coleção: Área física para armazenamento, Pessoal de apoio técnico, Informatização, Falta de material de consumo, Falta de estagiários, Acondicionamento dos espécimes, Conservação dos espécimes, Disponibilização para a comunidade científica, Falta de equipamento adequado (lupas, armários etc.), Falta de material de consumo (álcool, vidros etc.), Falta de profissionais de nível superior, Falta de profissionais de nível médio, Outras.

27. Nível do compromisso institucional em relação ao acervo: Inexistente, Parcial, Integral, Não se aplica.
28. Orçamento Anual: Existe orçamento oficial destinado ao acervo? Sim, Não. Valor Atual (R\$). Suficiente? Insuficiente? Desejável/ano: R\$. O orçamento é específico para a coleção? Sim, Não.
29. Qual a principal fonte mantenedora da Coleção? Pública (especifique), Privada (especifique), Mista: % de recursos públicos, % de recursos privados.
30. Nível de preservação e organização do Acervo? Regular, Bom, Ótimo.
31. Grau de utilização da coleção nos últimos 5 anos (frequência do uso institucional e por terceiros): inexistente, baixa, média, alta; pesquisas científicas: inexistente, baixa, média, alta; educação: inexistente, baixa, média, alta; prestação de serviços especializados:
32. Especifique a natureza dos serviços prestados pela Coleção:
33. Produção acadêmica ligada à Coleção: artigos científicos, teses e dissertações, livros.
34. Taxa de incremento da coleção após o ano de 2000:
35. Número de exemplares mantidos em 2000 / Número de exemplares em 2008 \* 100:
36. Número de espécies mantidas em 2000 / Número de espécies mantidas em 2007:
37. Observações:

### **ANEXO 3: Questionário “Coleções Biológicas – Modalidade Coleções Vivas”**

1. Grupo Temático: Flora, Fauna, Biotecnologia, Diversidade Microbiana.
2. Grupo taxonômico:
3. Instituição ou Proprietário ou Empresa: Endereço – Telefone – Fax.
4. Coleção: Nome - Acrônimo - Sigla da Coleção.
5. Responsável pelas informações: Nome – Cargo - E-mail – Telefone.
6. A Coleção é registrada no SISBIO?
7. A Coleção é registrada no CGEN?
8. Natureza da Coleção: Institucional, Particular. Há interesse em doação ou venda da coleção?
9. Nível do compromisso institucional em relação ao acervo: Inexistente, Parcial, Integral, Não se aplica.
10. Número de profissionais que trabalham diretamente na coleção: Curadores, Técnicos de nível superior, Estudantes de graduação, Pesquisadores, Técnicos de nível médio, Pesquisadores sem vínculo empregatício/aposentados, Estudantes de pós-graduação, Estagiários voluntários, Outros (pesquisador visitante etc.).

11. Número de espécies: Sem estimativa, 1-100, 100-300, 300-500, Acima de 500.
12. Número de exemplares: Sem estimativa, 1-500, 500-2.000, 2.000-5.000, Acima de 5.000.
13. Existe material tipo depositado? Sim, Não, Não se aplica; No. de exemplares:
14. Existe linhagem-tipo depositada? Sim, Não, Não se aplica; No. de exemplares:
15. Existe linhagem-referência depositada? Sim, Não, Não se aplica; No. de exemplares:
16. Representatividade do material mantido: Municipal, Estadual, Regional, Nacional Neotropical, Superior a Neotropical, Bioma, Outra.
17. Existe base científica de suporte à coleção? Sim (especifique), Não, Não se aplica .
18. Existe um sistema de monitoramento de cada organismo na coleção? Sim (especifique), Não, Não se aplica.
19. Existe um método definido de identificação para os organismos? Especifique.
20. Armazenamento dos dados da coleção? Em livro, Em meio digital em planilhas, Em meio digital em banco de dados, Em livros e meio digital, Outros.
21. Os dados podem ser consultados na internet? Há intenção de disponibilizá-los? Há fatores limitantes?
22. Há taxonomistas associados à coleção: Quantos? Tipo de vínculo?
23. A coleção é utilizada como suporte para trabalhos de pós-graduação?
24. São desenvolvidas pesquisas científicas ou técnicas com os organismos da coleção? Rara, Esporádica, Frequente.
25. Cite os principais programas, se for o caso, desenvolvidos pela coleção:
26. A coleção esta aberta à comunidade científica?
27. Em relação ao nível de consultas à coleção, considera-se? Raro, Esporádico, Frequente, Intenso, Inexistente.
28. A coleção esta aberta à visitação pública?
29. Em caso afirmativo, em relação ao nível de visitas públicas à coleção, considera-se: Raro, Esporádico, Frequente, Intenso, Inexistente.
30. Interação da coleção com outras instituições: a coleção é utilizada por pesquisadores brasileiros? A coleção é utilizada por pesquisadores estrangeiros? É feita permuta com outras coleções?
31. Qual o grau de comunicação das informações com outras coleções? Regular, Bom, Ótimo. Quais?
32. Principais carências referentes à manutenção e organização da coleção: Área física, Pessoal de apoio técnico, Informatização, Falta de material de consumo, Falta de estagiários, Disponibilização para a comunidade científica, Falta de equipamento adequado (estufas etc.), Falta de profissionais de nível superior, Falta de profissionais de nível médio, Outra.

33. Nível de organização da coleção? Regular, Bom, Ótimo.
34. Grau de utilização da coleção nos últimos 5 anos (frequência do uso institucional e por terceiros – inexistente, baixo, médio, alto): pesquisas científicas, educação, prestação de serviços especializados.
35. Especifique a natureza dos serviços prestados pela coleção.
36. Produção acadêmica ligada à coleção: artigos científicos, teses e dissertações, livros.
37. Taxa de incremento da coleção após o ano de 2000.
38. Número de exemplares mantidos em 2000 / Número de exemplares em 2008 \* 100.
39. Número de espécies mantidas em 2000 / Número de espécies mantidas em 2008.
40. Orçamento Anual: Valor Atual: R\$. Suficiente ou Insuficiente? Desejável/ano (R\$). O orçamento é específico para a coleção?
41. Qual a principal fonte mantenedora da coleção? Pública (especifique), Privada (especifique), Mista %: Pública, privada.
40. Observações.





# Diagnósticos Temáticos



# Diversidade Microbiana

Carlos A. Rosa<sup>1</sup>

Luiz H. Rosa<sup>2</sup>

Adriana O. Medeiros<sup>1</sup>

Flavio Guimarães da Fonseca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>2</sup> Universidade Federal de Ouro Preto.

## Introdução

A questão da biodiversidade encontra-se entre os temas ambientais de maior destaque nos últimos anos. O Brasil e outros países tropicais abrigam áreas consideradas *hotspots* da biodiversidade do planeta (Myers *et al.*, 2000). Contudo, estas áreas encontram-se perigosamente ameaçadas por constantes devastações, o que pode resultar em erosão genética de grandes proporções. Os micro-organismos, distribuídos em três domínios hierárquicos, Archaea, Bacteria e Eukarya, apresentam imensa diversidade genética e desempenham funções de suma importância na manutenção dos ecossistemas, como componentes fundamentais das cadeias alimentares e dos ciclos biogeoquímicos. Apesar da grande importância dos micro-organismos na manutenção da biosfera, estima-se que menos de 5% dos micro-organismos existentes no planeta tenham sido caracterizados e descritos. Staley (1997) mostra que entre os benefícios dos estudos da diversidade microbiana, pode-se enumerar: a expansão das fronteiras do conhecimento acerca das estratégias e dos limites da vida; o enfoque da importância dos micro-organismos na sustentabilidade da vida no planeta; sua utilização para o monitoramento de alterações ambientais; a compreensão do seu papel nas interações com os organismos superiores; as comunidades microbianas como modelos para o conhecimento das interações biológicas e da história evolutiva; e sua utilização como fonte de novos produtos biotecnológicos.

Os micro-organismos são as formas de vida mais antigas, diversas e abundantes sobre a Terra, compreendendo larga porção da diversidade genética presente em diferentes ecossistemas. Apesar da alta diversidade, seu impacto sobre os processos ecológicos ainda é pouco entendido. Por exemplo, estimativas conservadoras sugerem que *ca.* de 20 mil espécies de plantas são completamente dependentes dos micro-organismos simbiotes para o crescimento e sobrevivência em ecossistemas terrestres (van der Heidjen *et al.*, 2008). Micro-organismos do solo são importantes reguladores da produtividade de plantas, especialmente em ecossistemas pobres em nutrientes, nos quais os simbiotes são responsáveis pela aquisição de micronutrientes para as plantas. Fungos associados a raízes (micorrízicos), bactérias fixadoras de nitrogênio e diferentes espécies de micro-organismos de vida livre regulam de forma significativa o desenvolvimento e a produtividade de diferentes grupos de plantas, por meio da mineralização e/ou competição pelos nutrientes presentes no solo (van der Heidjen *et al.*, 2008).

Em ecossistemas terrestres e aquáticos, os micro-organismos têm papel fundamental na ciclagem de nutrientes e nas interações tróficas, influenciando todos os organismos que habitam esses ambientes. Um grupo microbiano ainda muito pouco estudado em relação à diversidade e ao papel ecológico nos ecossistemas, os vírus, por meio de lise de outros organismos, contribuem com cerca de 5 a 25% do carbono fixado pelos produtores primários no ambiente aquático *et al.* Fungos pertencentes a diferentes grupos são importantes decompositores e também fazem parte da comunidade microbiana responsável pela ciclagem de matéria orgânica nos ecossistemas terrestres e aquáticos. A diversidade, importância e papel ecológico das bactérias, Archaea e vírus presentes na água, solo e sedimento de regiões tropicais são pouco conhecidas, devido às dificuldades metodológicas para coleta e isolamento destes organismos, bem como à necessidade de técnicas sofisticadas de biologia molecular para a realização destes estudos.

Várias estimativas da diversidade microbiana já foram realizadas até o momento. No entanto, estas estimativas são consideradas conservadoras na maioria das vezes. Além disso, a maioria dos estudos de diversidade microbiana não leva em conta a enorme quantidade e diversidade de micro-organismos não cultiváveis, ou seja, aqueles que não crescem nos meios de cultura convencionais utilizados na rotina microbiológica. Apenas cerca de 5% dos micro-organismos presentes nos diferentes ecossistemas do planeta são cultiváveis. Neste sentido, a maioria dos não cultiváveis é conhecida somente por meio de estudos de biologia molecular, onde o RNA e/ou DNA total da amostra são purificados, amplificados e caracterizados para os diferentes grupos microbianos (Domínios Archaea, Bacteria e Eukarya). A utilização dos métodos tradicionais de cultivo para a caracterização das comunidades microbianas não reproduz com clareza os nichos ecológicos nem as possíveis relações simbióticas encontradas em ambientes naturais complexos, e não fornece suporte adequado para a compreensão da diversidade microbiana real presente nos ecossistemas (Nocker *et al.*, 2007). Estudos recentes mostraram que existem pelo menos 50 filos bacterianos, e que a metade deles é composta totalmente por bactérias não cultiváveis. Além disso, três filos contêm menos que 10% de bactérias cultiváveis e seis contêm mais de 90% de espécies cultiváveis (Schloss & Handelsman, 2007).

Algumas estimativas sugerem que o número de espécies de bactérias por grama de solo varia entre duas mil a oito milhões (Schloss & Handelsman, 2007). Em relação aos fungos, a estimativa mais aceita é a que sugere que o número de espécies presentes no planeta está ao redor de 1,5 milhões (Hawksworth, 1991). No entanto, do total estimado, menos de 10% das espécies de fungos

foram descritas até o momento. Desta forma, os fungos representariam um reino que só seria menor em número de espécies que o dos insetos. Cerca de 70 mil espécies são conhecidas pela ciência atualmente e, destas, apenas duas mil são utilizadas de alguma forma pelo homem. Para os vírus, os estudos de diversidade são recentes, e mostram que eles infectam células de organismos de todos os Domínios (Archaea, Bacteria e Eukarya). Alguns estudos indicam que as comunidades virais do solo são mais abundantes e diversas que as aquáticas. Em um estudo com seis tipos de solos com diferentes modelos de uso, a abundância de vírus variou de  $9 \times 10^8$  a  $4 \times 10^9$  partículas virais por grama de peso seco de solo (Ghosh *et al.*, 2008). Desta forma, a diversidade dos grupos microbianos presentes nos diferentes ecossistemas, principalmente nos tropicais, é praticamente desconhecida, e merece maior atenção e incentivo no que se refere aos estudos de biodiversidade, importância ecológica e biotecnológica no Estado de Minas Gerais.

## Histórico dos estudos no Brasil e em Minas Gerais

Os estudos sobre a diversidade microbiana no Brasil têm sido voltados para alguns grupos taxonômicos de importância biotecnológica, sendo que são raros aqueles focados apenas na biodiversidade de um determinado ambiente. Os grupos microbianos mais estudados no Brasil são os fungos de importância agrícola ou produtores de substâncias bioativas e bactérias de interesse agrícola. Estudos sobre a diversidade de vírus e de Archaea são praticamente inexistentes. A principal dificuldade encontrada para a realização de estudos de biodiversidade dos dois últimos grupos microbianos é a ausência de pesquisadores com conhecimentos taxonômicos sobre estes micro-organismos, bem como a necessidade de metodologias sofisticadas para a realização dos estudos. Normalmente, para se estudar vírus ambientais e Archaea são necessárias metodologias baseadas no RNA ou DNA para a caracterização dos grupos taxonômicos. A seguir será dada uma breve descrição sobre os estudos de diversidade realizados no Brasil e em Minas Gerais envolvendo os micro-organismos.

### Vírus

A quase totalidade dos estudos existentes sobre a prevalência e diversidade de vírus no Brasil, ou especificamente em Minas Gerais, são essencialmente relativos a viroses de importância médica,

veterinária ou agrícola. Vírus são micro-organismos tão ubiquamente distribuídos na natureza quanto o são os outros grupos taxonômicos como Archaea, Bacteria e Eukarya, especialmente considerando-se que todo ser vivo celular, não importando sua classificação taxonômica, é potencialmente infectado por vírus endógenos e/ou exógenos. Ainda assim, os estudos da diversidade viral no país são totalmente focados em surtos pontuais que afetam um número absolutamente restrito de espécies hospedeiras, incluindo o homem, animais domésticos e plantas cultiváveis, os quais não são, de forma alguma, representativos dos prováveis números totais da diversidade viral nos diferentes ecossistemas encontrados no país.

Exemplos da lacuna de estudos sobre a biodiversidade viral incluem as coleções de água, onde os vírus são extremamente abundantes. Em ambientes marinhos, onde o fator diluição é crítico, ainda assim estima-se que o número de partículas virais seja de aproximadamente  $10^7$  vírus/ml, chegando a  $10^9$  partículas/ml em locais onde o plâncton é mais abundante (Suttle, 2005). Não apenas o aspecto quantitativo impressiona, mas análises qualitativas apontam para uma enorme diversidade de espécies virais diferentes nos corpos d'água. Estudos de comunidades marinhas indicam a existência de uma plethora de grupos virais infectando os mais diferentes organismos, onde abundam bacteriófagos e vírus que infectam protistas e algas. O estudo superficial destas comunidades leva à constante necessidade de criação de novos táxons para abrigar vários vírus exóticos, tais como aqueles pertencentes às famílias Marnaviridae, Phycodnaviridae, Mimiviridae, entre muitas outras. Esta última família inclui vírus com características únicas, cujo genoma alcança cerca de 1.200.000 pares de base, maior que muitos genomas bacterianos (Raoult & Forterre, 2008). No entanto, talvez o aspecto mais importante quanto aos vírus presentes em ambientes aquáticos, seja o fato de que estes são agentes líticos determinantes para a mortalidade microbiana, o que afeta diretamente a ciclagem de nutrientes nestes ambientes (Suttle, 2005).

Estudos da diversidade viral em ambientes terrestres no Brasil são igualmente escassos, estando restritos a análises de surtos pontuais. Embora não sejam representativos da diversidade viral, alguns destes estudos modelam com certa aptidão a imensa diversidade genética dos vírus circulantes. Um bom exemplo dessa diversidade é o estudo de vírus do gênero *Orthopoxvirus*, responsáveis por zoonoses afetando bovinos e humanos em regiões rurais do Sudeste brasileiro, especialmente em Minas Gerais. Estes surtos vêm sendo descritos desde 1999, e a cada ano,

novos vírus são isolados de pessoas e animais doentes. Surpreendentemente, todos os isolados obtidos até hoje são geneticamente distintos, o que sugere grande complexidade e diversidade mesmo dentro de uma situação epidemiológica limitada. A complexidade deste modelo aumenta ainda mais ao considerar-se que bovinos e humanos não são hospedeiros naturais destes vírus, mas provavelmente pequenos mamíferos silvestres ainda não identificados, o que é atestado pela alta prevalência de anticorpos anti-*Orthopoxvirus* encontrados em mamíferos de pequeno porte capturados em diferentes regiões do país (Trindade *et al.*, 2007; Drumond *et al.*, 2008).

Um aspecto pouco abordado quanto à diversidade de vírus no Brasil corresponde ao seu potencial dispersivo por ação da emigração e/ou imigração de seus hospedeiros. Neste contexto, vírus que infectam aves migratórias são particularmente propensos a este tipo de dispersão. A importância deste fenômeno foi primeiramente avaliada por ocasião da colonização dos Estados Unidos pelo vírus da Febre-do-Oeste-do-Nilo (Flaviviridae). Este vírus utiliza pássaros migratórios como agentes amplificadores e, em seis anos, colonizou todos os estados continentais dos Estados Unidos a partir das rotas de migração de seus hospedeiros (Petersen *et al.*, 2002). Recentemente, o papel das aves migratórias no aumento global de casos de gripe aviária também ficou patente. O Brasil concentra pontos de descanso e/ou nidificação de várias espécies de aves migratórias setentrionais e meridionais, e abriga grandes corredores de migração. Alguns destes migrantes são extremos, como é o caso da Andorinha-do-Mar (*Sterna paradisaea*), que se reproduz no Ártico, nos meses de junho e julho, e passa o inverno boreal na Patagônia, passando pelo Brasil nos meses de agosto a novembro. Em cada estadia, esses migrantes potencialmente se infectam com vírus de diferentes regiões geográficas, que são transportados para outras regiões durante as viagens do hospedeiro e se misturam às populações virais de outros locais, aumentando a diversidade genética microbiana (Reed *et al.*, 2003).

Enfim, estudos da diversidade genética real dos vírus que estão presentes nos diferentes ecossistemas brasileiros são limitados por vários aspectos, entre os quais questões técnicas, uma vez que os estudos só podem ser feitos a partir de abordagens moleculares complexas; falta de recursos humanos, uma vez que especialistas em biodiversidade viral são poucos no país; e, finalmente, por imposição financeira, uma vez que os recursos são alocados normalmente para surtos de importância médica e/ou econômica.



## Archaea

Micro-organismos pertencentes ao domínio Archaea ainda são muito mal estudados no Brasil. A maioria dos trabalhos publicados foi feita com Archaea metanogênica de sedimentos de estuários marinhos. Estudos sobre ocorrência de Archaea em solos, associadas a plantas, lagos e rios, entre outros, são praticamente inexistentes. Uma consulta ao banco de dados da plataforma Lattes do CNPq utilizando a palavra Archaea como fonte de busca, mostrou a existência de 73 currículos de pesquisadores doutores no Brasil que de alguma forma trabalhariam com Archaea, enquanto que com bactéria o número foi de 2.867. No entanto, a grande maioria dos pesquisadores fez trabalhos esporádicos com Archaea, e grande parte destes somente foi apresentada na forma de resumos em congressos científicos. Portanto, esta área de estudo deve ser incentivada, principalmente em relação à formação de recursos humanos voltados para o estudo taxonômico destes micro-organismos.

Fierer *et al.* (2007) mostraram que Archaea de solos aparentam ter uma riqueza de OTU (“operational taxonomic unit”) equivalente ou mesmo maior do que aquelas encontradas para bactérias do solo. Os autores compararam a diversidade microbiana encontrada em amostras de solo da Floresta Amazônica de terra firme do Peru, de deserto da Califórnia e de pradaria no Kansas (USA), utilizando sequências da subunidade menor do RNA ribossomal. Os resultados encontrados foram surpreendentes, mostrando que a diversidade de Archaea era alta nos três solos, e que havia sobreposição taxonômica muito baixa entre os três locais. Isto sugere que a diversidade de Archaea pode ser muito alta em ambientes que não seriam considerados “extremos”. Atualmente, existem mais de 7.500 espécies conhecidas de Archaea e bactérias, e os estudos moleculares estão mostrando que o número de espécies é imensamente maior.

## Bactéria

Os principais estudos sobre bactérias nativas de origem ambiental no Brasil estão relacionados com a descrição de comunidades microbianas de solos, principalmente aquelas associadas com rizosferas de plantas, e espécies fixadoras de nitrogênio associadas com raízes e de vida livre. Espécies exóticas, tais como *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*, têm sido

extensivamente estudadas em solos brasileiros, principalmente os associados ao plantio de soja, na busca de variantes adaptadas às condições ambientais do país (Barcellos *et al.*, 2007; Giongo *et al.*, 2008; Moreira *et al.*, 2008). A diversidade de espécies do gênero *Paenibacillus* tem sido estudada por diferentes grupos brasileiros e resultado na descrição de algumas espécies novas destas bactérias. O interessante deste gênero de bactérias, associado à rizosfera de plantas, é a capacidade de fixação de nitrogênio de algumas espécies, a produção de metabólitos secundários, tais como antibióticos, pigmentos e toxinas, como também polissacarídeos, aminoácidos, substâncias capazes de estimular simbioses, inibidores enzimáticos, ferormônios e promotores de crescimento vegetal e animal (Lorentz *et al.*, 2006). Outra linha de pesquisa importante no Brasil refere-se à busca de linhagens indígenas de *Bacillus thuringiensis* para serem utilizadas no controle biológico de insetos (Gitahy *et al.*, 2007). No entanto, com exceção dos trabalhos de microbiologia de solo para fins agrícolas, o conhecimento da biodiversidade bacteriana nos diferentes ecossistemas brasileiros ainda é bastante incipiente.

Tomando como base um trabalho sobre a diversidade de bactérias na superfície de folhas (Lambais *et al.*, 2006), feito com nove espécies de árvores da Mata Atlântica (*Aspidosperma polyneuron*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Holocalyx balansae*, *Ocotea indecora*, *Seguiera floribunda*, *Trichilia catigua*, *Trichilia clausenii*, *Trichilia pallida* e *Urera baccifera*), pode-se ter uma idéia da estimativa da riqueza de espécies bacterianas para este ecossistema. A diversidade bacteriana foi estudada utilizando sequenciamento da região 16S do RNA ribossomal. Os resultados mostraram que as comunidades variaram dentro da mesma espécie de planta, mas no geral podiam ser agrupadas para a mesma espécie vegetal. As filosferas de *T. catigua*, *T. clausenii* e *C. xanthocarpa* apresentaram comunidades bacterianas significativamente diferentes. Cada filosfera apresentou entre 95 e 671 espécies bacterianas, das quais apenas 0,5% foram comuns a todas as árvores estudadas. Baseado nos resultados obtidos nesse trabalho, os autores sugerem que as cerca de 20.000 espécies de plantas vasculares da Mata Atlântica poderiam abrigar cerca de 2 a 13 milhões de novas espécies bacterianas.

Lima-Bittencourt *et al.* (2007a) estudaram a diversidade genética e fisiológica de isolados de *Chromobacterium* sp., originários da Serra do Cipó e do Parque Estadual do Rio Doce, em Minas Gerais, e do Rio Negro, na Amazônia. A espécie *Chromobacterium violaceum* teve seu genoma sequenciado a partir de uma linhagem de laboratório. Esta bactéria ocorre em diversos

ecossistemas tropicais e subtropicais, principalmente em água e solo. Além disso, tem grande interesse biotecnológico devido ao amplo potencial para uso industrial, farmacológico e ecológico. Quarenta e três isolados foram analisados no estudo, e os resultados mostraram que os isolados poderiam ser agrupados de acordo com a origem geográfica, com grande plasticidade metabólica (Lima-Bittencourt *et al.*, 2007a).

Alguns trabalhos têm mostrado a ocorrência de bactérias da família Enterobacteriaceae em água doce com ausência de poluição orgânica, utilizando metodologias convencionais e moleculares (Lima-Bittencourt *et al.*, 2007b; Pontes *et al.*, 2007). A porcentagem de enterobactérias resistentes a pelo menos um antimicrobiano diferiu entre a estação chuvosa (100%) e a estação seca (89%). A resistência a beta-lactâmicos e cloranfenicol foi a mais frequente e a resistência a amicacina, gentamicina e canamicina foi a menos frequente (Lima-Bittencourt *et al.*, 2007a, b). Outro trabalho com bactérias resistentes a antibióticos foi feito com pássaros silvestres coletados em trechos do vale do rio Jequitinhonha, em Minas Gerais (Nascimento *et al.*, 2003). Um total de 199 isolados bacterianos foi obtido, e deste, 36% foram resistentes aos antibióticos.

Apesar destes trabalhos feitos com bactérias em algumas regiões do Estado, ainda há carência de pesquisas relacionadas com a inventariação das espécies que ocorrem nos diferentes ecossistemas mineiros. A partir do conhecimento das espécies bacterianas, seria possível realizar estudos ecológicos e biotecnológicos com estes micro-organismos.

## Fungos

### Fungos filamentosos

Os habitats, substratos ocupados e funções dos fungos são amplamente diversificados nos ecossistemas. De acordo com Hawksworth & Rossman (1997), os fungos podem ser encontrados principalmente em florestas tropicais e ambientes inexplorados. De acordo com Hawksworth (2004), nos últimos 10 a 15 anos poucos trabalhos foram realizados com o objetivo de conhecer a riqueza de espécies dos fungos tropicais. Christensen (1989) enumera algumas das funções conhecidas dos fungos nos ecossistemas que podem gerar futuras aplicações biotecnológicas,

tais como: decomposição de matéria orgânica, acúmulo de substâncias tóxicas, alteração da permeabilidade do solo e das trocas iônicas, destoxificação de solos, síntese de substâncias húmicas, predação, produção de imunossuppressores e antibióticos no meio ambiente, produção de biomassa (alimentos ou rações), maturação de alimentos, alteração ou supressão de nichos e controle biológico.

O estudo da diversidade dos fungos macroscópicos em território brasileiro foi iniciado por pesquisadores de países europeus, a partir do estudo de exemplares enviados por exploradores estrangeiros. No início do século XIX alguns países europeus começaram a ter um interesse particular pela flora e fauna extraeuropéias. Nessa época não havia o interesse no Brasil pelo depósito do material coletado aqui. Várias espécies tipo foram distribuídas pelos museus europeus e importantes informações a respeito destes fungos foram publicadas principalmente na Inglaterra, França e Alemanha, causando desta forma uma carência de referências bibliográficas, exsicatas e estimativas da sua diversidade na região (Fidalgo, 1968).

De acordo com a literatura disponível, as primeiras espécies de fungos citadas para os ecossistemas do Estado de Minas Gerais foram os trabalhos Berkeley (1843), Montagne (1856) e Berkeley & Cooke (1876). Pegler (1988, 1990) realizou uma revisão dos estudos publicados por esses autores e listou as seguintes espécies: *Gymnopus subpruinus*, *Macrocybe praegrans*, *Xeromphalina tenuipes*, *Marasmiellus tricolor*, *Marasmius weddellianus*, *Trogia cantharelloides*, *Hohenbuehelia petaloides* e duas espécies de *Mycena*.

No Rio Grande do Sul, o padre jesuíta austríaco J. Rick, entre os anos de 1904 até seu falecimento em 1929, deu início à micologia brasileira. Rick, além de estudar os fungos da região, enviou várias duplicatas para micologistas de outros países, o que proporcionou a publicação de vários trabalhos sobre fungos brasileiros (Fidalgo, 1962). Após o início da micologia no Brasil, poucos trabalhos foram realizados com o objetivo de catalogar e identificar espécies de fungos presentes nos diferentes biomas brasileiros e o número de exemplares depositados em herbários e coleções de cultura ainda é escasso.

Os fungos do filo Basidiomycota (popularmente conhecidos como cogumelos, chapéus de sapo, orelhas de pau e fungos gelatinosos) são definidos por apresentarem esporos de origem sexuada

(basidiósporos) em uma estrutura especializada denominada basídio, bem como pela presença de ansas no micélio, septo doliporo e parede celular com camada dupla. Entre os cinco filos de fungos, os Basidiomycota se destacam no meio ambiente por sua capacidade de decompor a matéria orgânica, disponibilizando principalmente carbono e nitrogênio que são assimilados por outros organismos da cadeia trófica. Como um grupo, estes fungos ocorrem em uma grande variedade de habitats, do ártico aos trópicos, e são encontrados colonizando diversos substratos como solo, troncos, galhos, folhas e fezes, ocupando vários nichos ecológicos, como mata, campos naturais, restinga e dunas. Frequentemente crípticos, representam um grupo proeminente na maioria dos ecossistemas terrestres, e participam de relações mutualistas ou parasíticas.

A taxonomia dos basidiomicetos é tradicionalmente baseada no estudo da morfologia macro e microscópica dos corpos de frutificação (basidiomas). Contudo, devido à plasticidade fenotípica entre as espécies, outros métodos têm sido utilizados como ferramentas auxiliares na taxonomia. Entre elas se destacam o uso de técnicas de biologia molecular para o sequenciamento de regiões variáveis e conservadas do DNA ribossomal, e a análise do metaboloma, por meio do uso de técnicas químicas de cromatografia e espectrometria de massa.

Nos últimos anos, a biodiversidade de basidiomicetos vem sendo utilizada em vários processos biotecnológicos para a obtenção de produtos com valor comercial, como antibióticos, alimentos, ácidos orgânicos, enzimas utilizadas em processos de biorremediação de locais contaminados com resíduos tóxicos, fertilização de solos e controle biológico de pragas e doenças. Em diferentes países, tais como Canadá, Coréia, Estados Unidos, Japão, República Popular da China e Rússia são conhecidas várias espécies de basidiomicetos, como *Lentinula edodes*, *Ganoderma lucidum*, *Shizophyllum commune*, *Trametes versicolor*, *Inonotus obliquus* e *Flammulina velutipes*, que são fontes de compostos bioativos como glucanas e seus complexos protéicos (Wasser & Weis, 1999). Atualmente, diferentes espécies de fungos são estudadas como fontes de novas drogas com atividades antimicrobianas, antivirais, antitumorais, cardiovasculares, anti-inflamatórias, antioxidantes, imunomoduladoras, nematocidas, fitotóxicas, inseticidas, analgésicas, entre outras (Wasser & Weis, 1999; Zjawiony, 2004). Apesar do crescente interesse dos basidiomicetos como fonte de produtos biotecnológicos, poucos estudos sobre o potencial das espécies presentes em ecossistemas do Estado de Minas Gerais foram realizados até o momento (Rosa *et al.*, 2003; Rosa *et al.*, 2005; Rosa *et al.*, 2006; Cota *et al.*, 2008). Neste sentido, a perda da biodiversidade causada pela

crescente destruição dos ecossistemas naturais reforça a necessidade de estudos taxonômicos mais intensos. Estes estudos são necessários para proporcionar o registro da riqueza de espécies de fungos basidiomicetos nos ambientes tropicais na forma de suas exsiccatas e coleções de culturas, o que pode servir de base para estudos de caráter biotecnológico.

Rosa (2002) realizou um estudo de fungos da ordem Agaricales (Basidiomycota) em dois fragmentos de Mata Atlântica do Estado de Minas Gerais. Nesse estudo, 50 espécies representam o primeiro relato para o Estado e 53 são as primeiras citações para o Brasil. Nos últimos anos, pesquisadores de diferentes instituições de Minas vêm realizando trabalhos com o objetivo de aumentar o conhecimento dos fungos presentes nos biomas do Estado. Contudo, apesar dos esforços, ainda não há dados significativos e consistentes para o real conhecimento da diversidade micota presente no Estado, o que determina prejuízos consideráveis ao conhecimento micológico nacional e mundial e o aproveitamento biotecnológico deste grupo de fungos.

Outro grupo de fungos que vem sendo estudado nos ecossistemas mineiros são os endofíticos, que possuem espécies representantes dos filos Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota e dos fungos conidiais (estádio anamorfo de Ascomycota e Basidiomycota). O primeiro relato de um endofítico foi feito por Darnel em 1904, na Alemanha. O termo endofítico se refere aos micro-organismos que vivem no interior dos tecidos vegetais sem causar danos aparentes aos hospedeiros. A relação com a planta hospedeira depende de um antagonismo balanceado, que pode variar de assintomática a patogênica (Strobel & Daisy, 2003). Fungos endofíticos habitam caules, folhas e raízes e são considerados virtualmente presentes em briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Nos últimos anos estes fungos têm despertado o interesse de diferentes pesquisadores em todo o mundo, devido à riqueza de espécies e ao potencial biotecnológico.

A diversidade destes fungos em ecossistemas tropicais é considerada elevada. Estudos prospectivos têm como base a diversidade de plantas no planeta (300 mil espécies), as quais poderiam abrigar em seu interior até cinco espécies de endofíticos. Neste sentido, apenas os fungos endofíticos seriam responsáveis por uma parcela considerável (1,5 milhões de espécies) da riqueza de fungos nos diferentes biomas do planeta (Hawksworth, 2004). Com exceção das gramíneas e plantas de ecossistemas temperados, o conhecimento da riqueza de espécies de fungos endofíticos é extremamente escasso.

Diferentes espécies vegetais presentes no Cerrado, Mata Atlântica, Mata de Galeria, Campo Rupestre e Campo de Altitude de Minas Gerais estão sendo estudadas quanto à presença de fungos endofíticos associados. Dentre estes vegetais estão incluídas espécies das famílias Orchidaceae, Velloziaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Euriocaulaceae, Asteraceae, Rubiaceae, entre outras. A partir do tecido vegetal sadio destas espécies, diferentes gêneros de fungos endofíticos já foram identificados, tais como *Alternaria*, *Penicillium*, *Xylaria*, *Arthrinium*, *Fusarium*, *Cochliobolus*, *Acremoinum*, *Epicoccum*, *Hypocrea*, *Trichoderma* e *Coniophora*. Levando-se em conta os diferentes biomas e a diversidade de plantas presentes nos ecossistemas de Minas Gerais, o estudo de fungos endofíticos associados a estas plantas pode contribuir para a descoberta de novas espécies e sua utilização como fonte de produtos biotecnológicos. Além da potencial diversidade de fungos endofíticos, plantas presentes nos ecossistemas de Minas Gerais também abrigam várias espécies de fungos fitopatogênicos representadas pelos filos Ascomycota e Basidiomycota e seus anamorfos. Nas últimas décadas, diferentes trabalhos vêm sendo realizados com o objetivo de identificar e controlar estes fungos. Alguns gêneros se destacam por apresentar alto grau de patogenicidade, como *Alternaria*, *Fusarium*, *Mycosphaerella*, *Bipolaris*, *Rhizoctonia*, *Colletotrichum*, *Crinipellis*, entre outros. No Estado de Minas Gerais, pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa (UFV) realizam estudos sobre a diversidade, ocorrência e descrição de novos fungos fitopatogênicos, bem como sua utilização para o controle de bioinvasões de plantas presentes em Minas Gerais e no Brasil (Pereira & Barreto, 2005; Soares & Barreto, 2008).

Associados às raízes de diferentes espécies vegetais de Minas Gerais, encontram-se os fungos micorrízicos, subdivididos nos grupos dos ecto e endomicorrízicos. Estes fungos são responsáveis diretamente pelo sucesso da colonização dos vegetais no ambiente terrestre e indiretamente pela sobrevivência de várias espécies de animais do planeta. Os fungos ectomicorrízicos são representados por espécies do filo Basidiomycota e seu registro é escasso nos biomas de Minas Gerais. Por outro lado, estudos de fungos endomicorrízicos (filo Glomeromycota), associados a plantas de ecossistemas de Minas Gerais, vêm sendo realizados. Por favorecer a sobrevivência dos vegetais, os fungos endomicorrízicos apresentam grande potencial para sua utilização em processos de recuperação de áreas degradadas e vêm sendo estudados por pesquisadores da UFPA, da UFMG e da UFV (Moreira *et al.*, 2008).

Outro grupo de fungos estudado em Minas Gerais são os hifomicetos aquáticos. Taxonomicamente, estes fungos constituem um grupo filogeneticamente heterogêneo. Consistem em formas

assexuais (espécies anamórficas), principalmente de ascomicetos e de alguns basidiomicetos, sendo que o estágio sexual (teleomorfo) da maioria das espécies deste grupo ainda não foi descrito. O principal papel ecológico dos hifomicetos aquáticos é a participação na comunidade microbiana responsável pela decomposição de detritos vegetais (em rios de cabeceira chegam a representar 90% da biomassa microbiana responsável pela decomposição de detritos foliares), pois produzem grande número de enzimas extracelulares capazes de degradar componentes estruturais da parede vegetal. Já foram descritas, em todo o mundo, mais de 300 espécies de hifomicetos aquáticos pertencentes a 100 gêneros.

No Brasil, estudos da diversidade de hifomicetos aquáticos iniciaram-se no final da década de 1980, mas até hoje ainda são realizados com pouca frequência. Uma revisão feita por Schoenlein-Crusius & Grandi (2003) mostrou que no Brasil foram encontradas 59 espécies pertencentes a 38 gêneros, sendo que 99% dos trabalhos foram realizados no Estado de São Paulo. Em Minas Gerais, foram identificadas 13 espécies colonizando folhas da vegetação ripária em decomposição (*Protium heptaphyllum* e *Lafoensia pacari*) em um Córrego de Minas Gerais (Córrego Garcia, localizado na Serra de Ouro Branco): *Articullospora tetracladia*, *Anquillospora crassa*, *A. filliformis*, *Clavariopsis aquática*, *Culicidospora aquatica*, *Campylospora Chaetocladium*, *Flagellospora curvula*, *Heliscus submersus*, *Lemoniera aquatica*, *Lunulospora curvula*, *Tetracladium marchalianum*, *Tricladium chaetocladium* e *Piramidospora* sp. Cinco espécies do total encontrado ainda não tinham sido descritas na literatura para outras regiões do Brasil (*Anquillospora filliformis*, *Culicidospora aquatica*, *Campylospora chaetocladium*, *Tetracladium marchalianum* e *Tricladium chaetocladium*).

## Leveduras

As leveduras são fungos predominantemente unicelulares amplamente distribuídos na natureza. Estes micro-organismos, principalmente a espécie *Saccharomyces cerevisiae*, têm sido os mais utilizados pelo homem no desenvolvimento de novas tecnologias microbianas. Outras espécies, como *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia anomala*, *Ogataea polymorpha* (sinônimos: *Pichia angusta*, *Hansenula polymorpha*), *P. guilliermondii*, *Candida utilis*, *Pachysolen tannophilus*, *Phaffia rhodozyma*, entre outras, têm sido utilizadas em diversos processos biotecnológicos. A grande maioria das espécies de leveduras conhecidas é proveniente de ecossistemas europeus



e da América do Norte. Outros países, como o Japão e a África do Sul, também contribuíram em menor proporção na descrição de espécies de leveduras. Espécies de leveduras novas para a ciência somente recentemente têm sido descritas a partir de isolados da América do Sul, sendo que a maioria foi isolada de substratos naturais no Brasil (Morais *et al.*, 2006). No entanto, o estudo da biodiversidade de leveduras nos ecossistemas brasileiros está apenas começando. Atualmente são conhecidas cerca de 1.400 espécies, e as espécies novas descritas a partir de isolados do Brasil representam menos de 3% deste total. Trabalhos com enfoque na biodiversidade de leveduras são recentes no Brasil, e foram principalmente desenvolvidos na década de 1990 (Morais *et al.*, 2006; Rosa *et al.*, 2007a, b). Estes trabalhos foram feitos principalmente em regiões de Mata Atlântica do Rio de Janeiro e São Paulo (Reserva da Juréia) e apenas um em Minas Gerais. Trabalhos em outras regiões do país são praticamente inexistentes (Morais *et al.*, 2006).

Os principais grupos brasileiros envolvidos no estudo da biodiversidade de leveduras no Brasil estão sediados na UFMG, UFLA, UNESP-Rio Claro, UFT, UFRGS e UFRJ. Os trabalhos realizados por pesquisadores destas universidades possibilitaram a descrição de 28 novas espécies de leveduras dos mais diversos substratos, sendo que destas, 21 foram descritas nos últimos cinco anos (Tabela 1). Destas, cinco espécies foram descritas a partir de linhagens de leveduras isoladas em Minas Gerais. Quatro outras espécies de leveduras foram descritas, anteriormente, a partir de substratos naturais de Minas Gerais: *Candida ipomoeae*, *Metschnikowia continentalis* e *Wickerhamiella occidentalis*, a partir de flores de *Ipomoea* spp. em regiões de Cerrado e Mata Atlântica; *Wickerhamiella cacticola*, a partir de flores de Cactaceae da região cárstica de Lagoa Santa (Morais *et al.*, 2006).

Os trabalhos acima mostram o potencial dos ecossistemas brasileiros quanto aos estudos de taxonomia de leveduras. A necessidade de formação de taxonomistas voltados para o estudo de micro-organismos é de extrema importância estratégica para o conhecimento da biodiversidade. Isolados naturais de leveduras podem ser fonte de novos produtos e processos biotecnológicos, como enzimas, substâncias bioativas, espécies com potencial em controle biológico, entre outros. No entanto, para boa caracterização de uma levedura, o conhecimento taxonômico é essencial. A taxonomia de leveduras utiliza testes fisiológicos, bioquímicos e moleculares para a caracterização das espécies, e estes dados podem indicar o potencial biotecnológico destes micro-organismos. Estudos utilizando metodologias convencionais (meios de cultura, testes fisiológicos etc.) e moleculares poderão no futuro próximo caracterizar a biodiversidade de leveduras nos diferentes ecossistemas brasileiros.

**Tabela 1.** Espécies novas de leveduras descritas nos últimos cinco anos a partir de estudos realizados em diferentes ecossistemas no Brasil.

ESPÉCIE	SUBSTRATO DE ISOLAMENTO	ECOSSISTEMA	ESTADO	REFERÊNCIA
<i>Candida azymoides</i>	Frutos tropicais	Cerrado	TO e Se	Rosa <i>et al.</i> (2006)
<i>Candida bromeliacearum</i>	<i>Canistropsis seidelii</i> (Bromeliaceae)	Mata Atlântica	SP	Ruivo <i>et al.</i> (2005)
<i>Candida cellae</i>	Abelhas solitárias	Mata Atlântica	MG	Pimentel <i>et al.</i> (2005)
<i>Candida floris</i>	<i>Ipomoea</i> sp. (Convolvulaceae)	Pantanal	MS	Rosa <i>et al.</i> (2007b)
<i>Candida flosculorum</i>	<i>Heliconia velloziana</i> e <i>H. episcopalis</i> (Heliconiaceae)	Mata Atlântica	MG, SP	Rosa <i>et al.</i> (2007b)
<i>Candida heliconiae</i>	<i>Heliconia velloziana</i> (Heliconiaceae)	Mata Atlântica	SP	Ruivo <i>et al.</i> (2006)
<i>Candida leandrae</i>	<i>Leandra reversa</i> (Melastomataceae)	Mata Atlântica	SP	Ruivo <i>et al.</i> (2004)
<i>Candida picinguabensis</i>	<i>H. velloziana</i> (Heliconiaceae)	Mata Atlântica	SP	Ruivo <i>et al.</i> (2006)
<i>Candida riococensis</i>	Abelhas solitárias	Mata Atlântica	MG	Pimentel <i>et al.</i> (2005)
<i>Candida saopaulonensis</i>	<i>H. velloziana</i> (Heliconiaceae)	Mata Atlântica	SP	Ruivo <i>et al.</i> (2006)
<i>Candida sergipensis</i>	Frutos tropicais	Cerrado	SE	Trindade <i>et al.</i> (2004)
<i>Candida ubatubensis</i>	<i>Canistropsis seidelii</i> (Bromeliaceae)	Mata Atlântica	SP	Ruivo <i>et al.</i> (2005)
<i>Cryptococcus haglerorum</i>	Formiga <i>Atta sexdens</i>	Cerrado	SP	Middelhoven <i>et al.</i> (2003)
<i>Farysizyma itapuensis</i>	<i>Dyckia</i> sp., <i>Tillandsia gardneri</i> , <i>T. geminiflora</i> , <i>Vriesea friburgensis</i> e <i>V. procera</i> (Bromeliaceae)	Mata Atlântica	RS	Inácio <i>et al.</i> (2008)

continua &gt;

continuação

ESPÉCIE	SUBSTRATO DE ISOLAMENTO	ECOSSISTEMA	ESTADO	REFERÊNCIA
<i>Metschnikowia cerradonensis</i>	-	Cerrado	TO	Rosa <i>et al.</i> (2007a)
<i>Ogataea falcaomoraisii</i>	<i>Sclerolobium</i> sp. (Carvoeiro)	Cerrado	TO	Morais <i>et al.</i> (2004)
<i>Saturnispora hagleri</i>	<i>Drosophila</i> spp.	Mata Atlântica	RJ	Morais <i>et al.</i> (2005)
<i>Starmerella meliponinorum</i>	Abelhas sem ferrão ( <i>Tetragonisca angustula</i> , <i>Melipona quadrifasciata</i> , <i>Melipona rutiventris</i> e <i>Trigona fulviventris</i> )	Cerrado	MG	Teixeira <i>et al.</i> (2003)
<i>Sympodiomyces attinorum</i>	Formiga <i>Atta sexdens</i>	Cerrado	SP	Carreiro <i>et al.</i> (2004)
<i>Trichosporon insectorum</i>	Queijo	-	RS	Fuentefria <i>et al.</i> (2008)
<i>Zygosaccharomyces machadoi</i>	Abelha sem ferrão	Cerrado	MG	Rosa <i>et al.</i> (2005)

## Áreas prioritárias para conservação da biodiversidade

A Mata Atlântica, o Cerrado e as regiões de Caatinga do Estado de Minas Gerais são caracterizados por possuir alta diversidade e endemismo de espécies nativas de plantas e animais. Considerando-se o grau de devastação destes biomas, particularmente a alta taxa de perda da cobertura vegetal, várias espécies microbianas, possivelmente típicas destes ecossistemas, estão ameaçadas de extinção sem ao menos serem conhecidas. As regiões de Campo Rupestre de Minas Gerais são também ainda muito pouco estudadas quanto à diversidade microbiana, e são consideradas áreas com alta riqueza de espécies de plantas endêmicas que podem ter micro-organismos associados, também endêmicos. Por possuir diferentes ecossistemas, Minas Gerais pode ter uma microbiota única e diversa, com alto potencial para a obtenção de inovações tecnológicas a partir de produtos do metabolismo microbiano.

A conservação *in situ* dos micro-organismos é de extrema importância, pois no habitat natural eles podem produzir substâncias que auxiliam no crescimento e proteção de plantas, na fertilidade dos

solos, na ciclagem dos nutrientes em ecossistemas terrestres e aquáticos, como também serem fontes de interações benéficas para todos os outros organismos. Além disto, os micro-organismos podem ser conservados *ex situ* em coleções de culturas criadas com esse objetivo. As coleções de culturas seriam uma das formas de preservar vivos todos os micro-organismos cultiváveis. No entanto, para o estudo dos não cultiváveis, a maior proporção da diversidade microbiana, a preservação do habitat natural é essencial.

## **Pesquisadores de instituições sediadas em Minas Gerais que realizam trabalhos sobre diversidade microbiana**

Na tabela 2 são mostrados os nomes, a Instituição, a área de pesquisa e o contato dos pesquisadores que responderam ao questionário completo referente ao “Diagnostico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de Minas Gerais: Conservação, Uso e Biotecnologia”, do programa Biota Minas. A principal constatação dos dados da tabela é a que não há no momento, no Estado, pesquisadores que estejam estudando a diversidade de vírus e de Archaea nos ecossistemas de Minas Gerais. Portanto, estes dois grupos microbianos são extremamente carentes de pesquisadores com formação adequada para o estudo de ocorrência, distribuição, taxonomia e importância ecológica destes micro-organismos no Estado. Dos 23 pesquisadores que responderam adequadamente ao questionário, percebe-se que a maioria estuda aspectos da diversidade fúngica e bacteriana. Outros pesquisadores, apesar de convidados, não responderam ou responderam de forma parcial ao questionário, impossibilitando uma análise mais completa do número de profissionais e linhas de pesquisas voltadas para a diversidade microbiana.

No geral, os pesquisadores que responderam ao questionário de consulta reiteraram a necessidade da realização de levantamentos taxonômicos dos grupos microbianos nos ecossistemas do Estado. Portanto, seria essencial iniciar trabalhos de inventariação de espécies microbianas nos diferentes ecossistemas, para caracterizar a distribuição das comunidades de micro-organismos, determinar endemismos, e no futuro, realizar estudos de bioprospecção de produtos de interesse da indústria. Para que isto ocorra também, é necessário investimento na formação de taxonomistas de micro-organismos, principalmente aqueles mais carentes no Estado, como para os vírus e as Archaea. Outro fator importante é a necessidade de coleções de cultura organizadas e com apoio financeiro

para a conservação dos micro-organismos *ex situ*. As coleções de cultura de micro-organismos, além do serviço de preservação dessas coleções, teriam papel fundamental no fornecimento de linhagens microbianas para fins biotecnológicos e de pesquisa básica.

**Tabela 2.** Pesquisadores de Minas Gerais que realizam pesquisas voltadas para o estudo da diversidade microbiana e que responderam ao questionário completo referente ao “Diagnóstico do Conhecimento sobre a Biodiversidade no Estado de MG.

NOME	INSTITUIÇÃO	ÁREA	CONTATO
Adriana O. Medeiros	UFMG	Hifomicetos aquáticos	nana@icb.ufmg.br
Andréa M. Amaral Nascimento	UFMG	Biodiversidade de bactérias	amaral@ufmg.br
Ary Correa Jr.	UFMG	Controle biológico de fungos fitopatogênicos	a_correa@icb.ufmg.br
Carlos A. Rosa	UFMG	Diversidade de leveduras em ecossistemas tropicais	carlosa@icb.ufmg.br
Edmar Chartone de Souza	UFMG	Biodiversidade de bactérias	echartone@yahoo.com.br
Elisabeth Neumann	Uni-BH	Bactérias lácticas	eneumann@acad.unibh.br
Érika Martins Braga	UFMG	Hemoparasitos em aves de Mata Atlântica	embraga@icb.ufmg.br
Fátima M. S. Moreira	UFLA	Biodiversidade microbiana do solo em ecossistemas brasileiros	fmoreira@ufla.br
Jacqueline A. Takahashi	UFMG	Micro-organismos brasileiros: bioprospecção para a descoberta de novas drogas	jat@qui.ufmg.br
Letícia C. Braga	UNA	Diversidade e Ecologia Molecular de Bactérias Isoladas de Ecossistemas Tropicais	leticiab@netuno.lcc.ufmg.br
Ludwig H. Pfenning	UFV	Fungos endófitos do cafeeiro em sistema de cultivo	ludwig@ufla.br
Luiz C. Nascimento	UNIFAL	Controle microbiológico de água e fitoterápicos microbianos	luizcnascimento@gmail.com

continua >

continuação

<b>NOME</b>	<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>ÁREA</b>	<b>CONTATO</b>
Luiz H. Rosa	UFOP	Fungos endofíticos e Basidiomicetos	lhrosa@ufop.br
Marcos R. Tótola	UFV	Metagenômica	totola@ufv.br
Maria C. Mendes Costa	UNILAVRAS	Fungos endofíticos	mcmcosta@unilavras.edu.br
Marisa V. Queiroz	UFV	Micro-organismos endofíticos e substâncias antimicrobianas	mvqueiro@ufv.br
Olinto Liparini Pereira	UFV	Taxonomia de Ascomycota e Basidiomycota fitopatogênicos e folicolas	oliparini@ufv.br
Patrícia F. Pimentel	CETEC	Microbiologia aplicada	patricia.pimentel@cetec.br
Rachel B. Caligiorme	Centro de Pesquisas René Rachou	Biodiversidade de fungos patógenos humanos	rachel@cpqrr.fiocruz.br
Ricardo Eustáquio Nogueira	UFOP	Fungos micorrízicos	ricardo_nogueira@oi.com.br
Ricardo Magela de Souza	UFLA	Rizobactérias e bactérias associadas a plantas	rmagelas@ufla.br
Robert W. Barreto	UFV	Biodiversidade fúngica	rbarreto@ufv.br
Rosane Freitas Schwan	UFLA	Biodiversidade de leveduras envolvidas em fermentações naturais	rschwan@ufla.br
Francisco Eduardo de Carvalho Costa	UNIVÁS	Bacteriologia; helmintologia de parasitos; microbiologia industrial e de fermentação	costafec@yahoo.com.br
Iracema Helena Schoenlein-Crusius	IBOT	Micologia; microbiologia aplicada	iracema@crusius.com.br
José Carmine Dianese	UNB	Bacteriologia vegetal; patologia florestal	jose.dianese@pq.cnpq.br
Marina Capelari	IBOT	Micologia; taxonomia criptógamos	mcapelaribot@yahoo.com.br

## Referências Bibliográficas Básica

- Barcellos, F.G., P. Menna, J.S.S. Batista & M. Hungria. 2007. Evidence of Horizontal Transfer of Symbiotic Genes from a *Bradyrhizobium japonicum* Inoculant Strain to Indigenous Diazotrophs *Sinorhizobium (Ensifer) fredii* and *Bradyrhizobium elkanii* in a Brazilian Savannah Soil. *Applied and Environmental Microbiology* 73:2635-2643.
- Berkeley, M.J. 1843. Notices on some Brazilian fungi; being a sequel to the contributions towards a Flora of Brazil by G. Gardner, Esq. Hooker, London. *Journal of Botany* 2:629-643.
- Berkeley, M.J. & M.C. Cooke. 1876. The fungi of Brazil, including those collected by J.W.H. Trail, Esq., M.A., in 1874. *Journal of the Linnean Society, Botany* 15:363-398.
- Carreiro, S.C., F.C. Pagnocca, C.C.C. Ruivo, M. Bacci Jr., M.A. Lachance & C.A. Rosa. 2004. *Sympodiomyces attinorum* sp. nov., a yeast species associated with nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 54:1891-1894.
- Christensen, M. 1989. A view of fungal ecology. *Mycologia* 81:1-19.
- Cota, B.C., L.H. Rosa, E.M.S. Fagundes, O.A. Martins-Filho, R. Correa-Oliveira, A.J. Romanha, C.A. Rosa & C.L. Zani. 2008. Outstanding anti-*Trypanosoma cruzi* activity besides minor non-citotoxic immunomodulation to human leukocytes ellect a terpenoid from *Lentinus strigosus* as a potential prototype for Chagas disease chemotherapy. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. [in press]
- Drumond, B.P., J.A. Leite, F.G. da Fonseca, C.A. Bonjardim, P.C. Ferreira & E.G. Kroon. 2008. Brazilian Vaccinia virus strains are genetically divergent and differ from the Lister vaccine strain. *Microbes Infect* 10:185-97.
- Fidalgo, O. 1962. Rick, o pai da micologia brasileira. *Rickia* 1:3-11.
- Fidalgo, M.E.P.K. 1968. Contribution to the fungi of Mato Grosso, Brasil. *Rickia* 3:171-219.
- Fierer, N., M. Breitbart, J. Nulton, P. Salamon, C. Lozupone, R. Rohwer & R.B. Jackson. 2007. Metagenomic and small-subunit rRNA analyses reveal the genetic diversity of Bacteria, Archaea, Fungi, and viruses in soil. *Applied Environmental Microbiology* 73:7059-7066.
- Fuentefria, A.M., S.O. Suh, M.F. Landell, J. Faganello, A. Schrank, M.H. Vainstein, M. Blackwell & P. Valente. 2008. Trichosporon insectorum sp. nov., a new anamorphic basidiomycetous killer yeast. *Mycological Research* 112:93-99.
- Ghosh, D., K. Roy, K.E. Williamson, D.C. White, K.E. Ghosh, K.L. Sublette & M. Radosevich. 2008. Prevalence of Lysogeny among Soil Bacteria and Presence of 16S rRNA and trzN Genes in Viral-Community DNA. *Applied and Environmental Microbiology* 74:495-502.
- Giongoet, A., A. Ambrosini, L.K. Vargas, J.R.J. Freire, M.H. Bodanese-Zanettini & L.M.P. Passaglia. 2008. Evaluation of genetic diversity of bradyrhizobia strains nodulating soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] isolated from South Brazilian fields. *Applied Soil Ecology* 38:261-269.
- Gitahy, P.D., M.T. de Souza & R.G. Monnerat, E.B. Arrigoni & J.I. Baldani. 2007. A Brazilian *Bacillus thuringiensis* strain highly active to sugarcane borer *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Brazilian Journal of Microbiology* 38: 531-537.
- Hawksworth, D.L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research* 95:641-655.
- Hawksworth, D.L. & A.Y. Rossman. 1997. Where are all the undescribed fungi? *Phytopathology* 87:888-891.
- Hawksworth, D.L. 2004. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. *Studies in Mycology* 50:9-18.
- Inácio, J., M.F. Landell, P. Valente, P.H. Wang, Y.T. Wang, S.H. Yang, J.S. Manson, M.A. Lachance, C.A. Rosa & A. Fonseca. 2008. *Farysizyma* gen. nov., an anamorphic genus in the Ustilaginales to accommodate three novel epiphytic basidiomycetous yeast species from America, Europe and Asia. *FEMS Yeast Research* 8: 499-508.
- Lambais, M.R., D.E. Crowley, J.C. Cury, R.C. Büll & R.R. Rodrigues. 2006. Bacterial diversity in tree canopies of the Atlantic Forest. *Science* 312:1917.
- Lima-Bittencourt, C.I., S. Astolfi-Filho, E. Chartone-Souza, F.R. Santos & A.M.A. Nascimento. 2007a. Analysis of *Chromobacterium* sp. natural isolates from different Brazilian ecosystems. *BMC Microbiology* 7:58.
- Lima-Bittencourt, C.I., L. Cursino, H. Gonçalves-Dornelas, D.S. Pontes, R.M.D. Nardi, M. Callisto, E. Chartone-Souza & A.M.A. Nascimento. 2007b. Multiple antimicrobial resistance in Enterobacteriaceae isolates from pristine freshwater. *Genetics and Molecular Research* 6:510-521.
- Lorentz, R.H., S. Ártico, A.B. da Silveira, A. Einsfeld & G. Corção. 2006. Evaluation of antimicrobial activity in *Paenibacillus* spp. strains isolated from natural environment. *Letters in Applied Microbiology* 43:541-547.
- Middelhoven, W.J., A. Fonseca, S.C. Barreiro, F.C. Pagnocca & O.C. Bueno. 2003. *Cryptococcus haglerorum* sp. nov., an anamorphic basidiomycetous yeast isolated from nests of the leaf-cutting ant *Atta sexdens*. *Antonie van Leeuwenhoek* 83:167-174.

- Montagne J.P.F.C. 1856. Septieme centurie de plantes cellulaires nouvelles, tant indigenes qu' exotiques. *Annales des Sciences Naturelles Botanique* 5:333-374.
- Morais, P.B., M.A. Lachance & C.A. Rosa. 2005. *Saturnispora hagleri* sp. nov., a yeast species isolated from *Drosophila* flies in Atlantic Rain Forest in Brazil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 55:1725-1727.
- Morais, P.B., L.C.R.S. Teixeira, J.M. Bowles, M.A. Lachance & C.A. Rosa. 2004. *Ogataea falcamoraisii* sp. nov., a sporogenous methylotrophic yeast from tree exudates. *FEMS Yeast Research* 5:81-85.
- Morais, P.B. F.C. Pagnocca & C.A. Rosa. 2006. Yeast communities in tropical rain forests in Brazil and other South America ecosystems. In: Carlos A. Rosa & Gábor Peter (org.). *Biodiversity and ecophysiology of yeasts*. 1 ed. Heidelberg: Springer-Verlag, V. 1, p.461-484.
- Moreira, F.M.S., J.O. Siqueira & L. Brussaard (ed.). 2008. *Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros*. Lavras: Editora da UFLA.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Nascimento, A.M.A., L. Cursino, H. Gonçalves-Dornelas, E. Chartone-Souza & M.A. Marini. 2003. Antibiotic-resistant Gram-negative bacteria in birds from the Brazilian Atlantic Forest. *Condor* 105:358-361.
- Nocker, A., M. Burr & A.K. Camper. 2007. Genotypic microbial community profiling: a critical technical review. *Microbial Ecology* 54:276-289.
- Pegler, D.N. 1988. Agaricales of Brazil described by M.J. Berkeley. *Kew Bulletin* 43:453-473.
- Pegler, D.N. 1990. Agaricales of Brazil described by J.P.F.C. Montagne. *Kew Bulletin* 45:161-177.
- Pereira, O.L. & R.W. Barreto. 2005. The mycobiota of the weed *Mitracarpus hirtus* in Minas Gerais (Brazil), with particular reference to fungal pathogens for biological control. *Australasian Plant Pathology* 34:41-50.
- Petersen, L.R., J.T. Roehrig & J.M. Hughes. 2002. West Nile virus encephalitis. *N. Engl. J. Med.* 347(16):1225-1226.
- Pimenta, R.S. P.D.D. Alves, A. Correa Jr., M.A. Lachance, G.S. Prasad, Rajaram, B.R.R.P. Sinha & C.A. Rosa. 2005. *Geotrichum silvicola*, a novel asexual arthroconidial yeast species related to genus *Galactomyces*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 55:497-501.
- Pimentel, M.R.C., Y. Antonini, R.P. Martins, M.A. Lachance & C.A. Rosa. 2005 *Candida riodocensis* and *Candida cellae*, two new yeast species from the *Starmerella* clade associated with solitary bees in the Atlantic Rain Forest of Brazil. *FEMS Yeast Research* 5:875-879.
- Pontes, D.S., C.I. Lima-bittencourt, M.S.P. Azevedo, E. Chartone-Souza & A.M.A. Nascimento. 2007. Phenotypic and genetic analysis of *Enterobacter* spp. from a Brazilian oligotrophic freshwater lake. *Canadian Journal of Microbiology* 53:983-991.
- Raoult D. & P. Forterre. 2008. Redefining viruses: lessons from Mimivirus. *Nature Reviews in Microbiology* 6:315-9.
- Reed, K.D., J.K. Meece, J.S. Henkel & S.K. Shukla. 2003. Birds, migration and emerging zoonoses: west nile virus, lyme disease, influenza A and enteropathogens. *Clinical Medical Research* 1:5-12.
- Roesch, L.F., R.R. Fulthorpe, A. Riva, G. Casella, A.K. Hadwin, A.D. Kent, S.H. Daroub, F.A. Camargo, W.G. Farmerie & E.W. Triplett. 2007. Pyrosequencing enumerates and contrasts soil microbial diversity. *ISME Journal* 1:283-290.
- Rosa, C.A. & M.A. Lachance. 2005. *Zygosaccharomyces machadoi* sp. n., a yeast species isolated from a nest of the stingless bee *Tetragonisca angustula*. *Lundiana - International Journal of Biodiversity* 6:27-29.
- Rosa, C.A., M.A. Lachance, L.C.R.S. Teixeira, R.S. Pimenta & P.B. Morais. 2007a. *Metschnikowia cerradonensis* sp. nov., a yeast species isolated from ephemeral flowers and their nitidulid beetles in Brazil. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 57:161-165.
- Rosa, C.A., F.C. Pagnocca, M.A. Lachance, C.C. Ruivo, A.O. Medeiros, M.R. Pimentel, J.C. Rontenelle & R.P. Martins. 2007b. *Candida floscolorum* sp. nov. and *Candida floris* sp. nov., two yeast species associated with tropical flowers. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 57:2970-2974.
- Rosa, L.H. 2002. *Diversidade de fungos Agaricales (Basidiomycota) em dois fragmentos de Mata Atlântica do estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 216p.
- Rosa, L.H., K.M.G. Machado, C.C. Jacob, M. Capelari, C.A. Rosa & C.L. Zani. 2003. Screening of brazilian basidiomycetes for antimicrobial activity. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 98:967-974.
- Rosa, L.H., B.B. Cota, K.M.G. Machado, C.A. Rosa & C.L. Zani. 2005. Antifungal compound produced by *Oudemansiella canarii* (Basidiomycota). *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 21:983-987.
- Rosa, L.H., E.M. Souza-Fagundes, K.M.G. Machado, T.M.A. Alves, O.A. Martins-Filho, A.J. Romanha, R.C. Oliveira, C.A. Rosa & C.L. Zani. 2006. Cytotoxic, immunosuppressive and trypanocidal



- activities of agrocybin, a polyacetylene produced by *Agrocybe perfecta* (Basidiomycota). *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 22:539-545.
- Ruivo, C.C.C., M.A. Lachance, M. Bacci Jr., C.A. Rosa, S.C. Carreiro & F.C. Pagnocca. 2004. *Candida leandrae*, an asexual ascomycetous yeast species isolated from tropical plants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 54:2405-2408.
- Ruivo, C.C.C., M.A. Lachance, C.A. Rosa, M. Bacci Jr. & F.C. Pagnocca. 2005. *Candida bromeliacearum* sp. nov. and *Candida ubatubensis* sp. nov., two yeast species isolated from the water tanks of *Canistropsis seidelii* (Bromeliaceae). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 55:2219-2224.
- Ruivo, C.C.C., M.A. Lachance, C.A. Rosa, M. Bacci Jr. & F.C. Pagnocca. 2006. *Candida heliconiae* sp. nov., *Candida pinguabensis* sp. nov. and *Candida saopaulonensis* sp. nov., three ascomycetous yeasts from *Heliconia velloziana* (Heliconiaceae). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 56:1147-115.
- Schloss, P.D. & J. Handelsman. 2007. The last word: books as a statistical metaphor for microbial communities. *Annual Review of Microbiology* 61:23-34.
- Schoenlein-Crusius, I. H. & R.A.P. Grandi. 2003. The diversity of aquatic hyphomycetes in South America. *Brazilian Journal of Microbiology* 34:183-193.
- Soares, D.J. & R.W. Barreto, 2008. Fungal pathogens of the invasive riparian weed *Hedychium coronarium* from Brazil and their potential for biological control. *Fungal Diversity* 28:85-96.
- Staley, J.T. 1997. *The microbial World: Foundation of the Biosphere*. The American Academy of Microbiology. ASM, Washington, DC. Disponível em: [www.asmsa.org/acasrc/acal.html](http://www.asmsa.org/acasrc/acal.html). Acesso em: nov. de 2008.
- Strobel, G. & B. Daisy. 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiology and Molecular Biology Review* 67:491-502.
- Suttle, C.A. 2005. Viruses in the sea. *Nature* 437:356-61
- Trindade, G.S., G.L. Emerson, D.S. Carroll, E.G. Kroon & I.K. Damon. 2007. Brazilian vaccinia viruses and their origins. *Emerging Infection Disease* 13:965-972.
- Trindade, R.C., M.A. Resende, R.S. Pimenta, M.A. Lachance & C.A. Rosa. 2004. *Candida sergipensis*, a new asexual yeast species isolated from frozen pulps of tropical fruits. *Antonie van Leeuwenhoek* 86:27-32.
- van der Heijden, M.G.A., R.D. Bardgett & N.M. van Straalen. 2008. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters* 11:296-310.
- Wasser, S.P. & A.L. Weis. 1999. Therapeutic effects of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: A modern perspective. *Critical Reviews in Immunology* 19:65-96.
- Zjawiony, J.K. 2004. Biologically active compounds from Aphyllphorales (Polypore) fungi. *Journal of Natural Products* 67:300-310.

# Análise do Banco de Dados

da área temática  
“Diversidade Microbiana”

## Perfil dos Pesquisadores Cadastrados

Um total de 26 pesquisadores da área temática “Diversidade Microbiana” se cadastraram no Banco de Dados do projeto de estruturação do Biota Minas. Destes, cerca de 54% reportaram desenvolver pesquisa em 20 áreas/subáreas do conhecimento (Quadro 1), segundo a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com destaque para as linhas de Micologia (7), Genética Molecular e de Micro-organismos e Microbiologia (4).

**Quadro 1.** Resultado da pesquisa sobre as principais linhas de pesquisa desenvolvidas pelos pesquisadores da área “Diversidade Microbiana”.

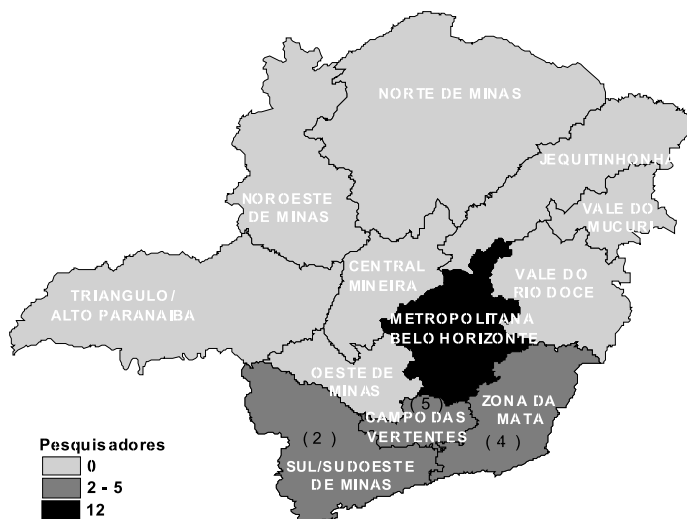
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Micologia	7
Genética Molecular e de Microorganismos; Microbiologia	4
Taxonomia de Criptógamos; Microbiologia Agrícola	3
Microbiologia Industrial e de Fermentação; Ciências Biológicas; Microbiologia Aplicada; Fitopatologia	2

continua >

continuação

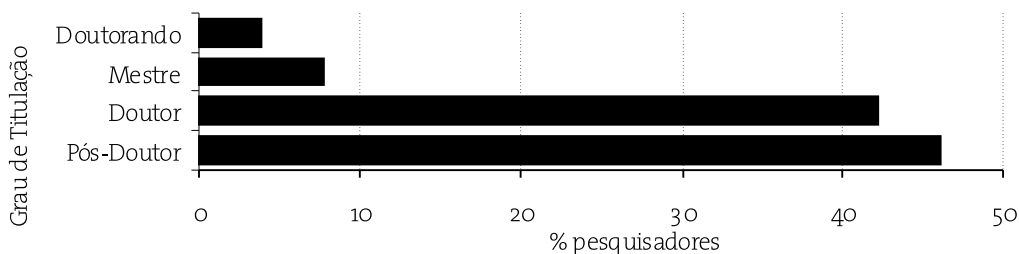
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Biologia e Fisiologia dos Microorganismos; Conservação da Natureza; Ecologia de Ecossistemas; Farmacognosia; Helmintologia de Parasitos; Bacterologia; Química dos Produtos Naturais; Recuperação de Áreas Degradadas; Taxonomia Vegetal; Microbiologia de Alimentos; Química, Física, Físico-Química e Bioquímica dos Alimentos e das Matérias-Primas Alimentares; Genética	1

No que diz respeito à distribuição locacional dos pesquisadores no Estado de Minas Gerais (Figura 1), considerando as mesorregiões de planejamento do IBGE, a grande maioria dos pesquisadores que responderam à consulta possui vínculo com instituições localizadas na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (12 pesquisadores), seguida das mesorregiões Campo das Vertentes (5), Zona da Mata (4) e Sul/Sudoeste de Minas (2). Para o restante das mesorregiões, não houve pesquisadores cadastrados.



**Figura 1.** Distribuição locacional dos pesquisadores segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE, para a área temática Diversidade Microbiana (N=23).

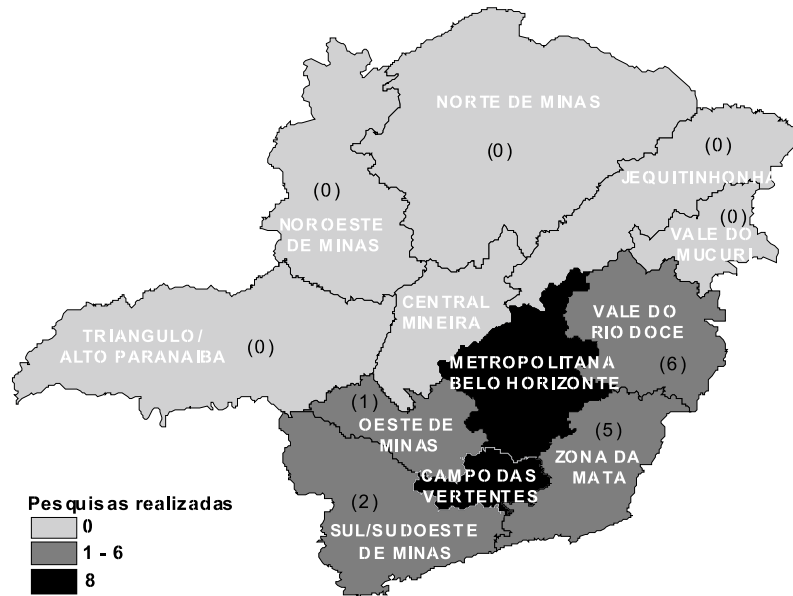
Quanto à titulação dos pesquisadores que se cadastraram na consulta (Figura 2), 46% apresentaram grau de Pós-Doutor, seguido de Doutor (42%) e Mestre (8%). Os doutorandos representaram 4%.



**Figura 2.** Grau de titulação dos pesquisadores cadastrados para a área temática Diversidade Microbiana (N=26).

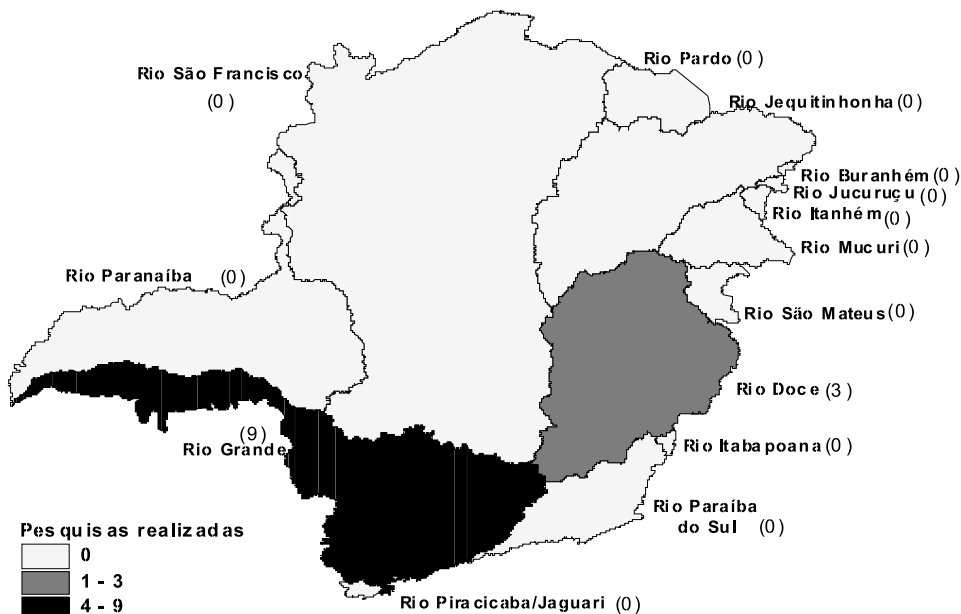
## Pesquisas desenvolvidas e lacunas existentes

Ao todo, foram cadastradas 49 pesquisas desenvolvidas no Estado de Minas Gerais envolvendo o tema Diversidade Microbiana. Destas, oito pesquisas relacionam-se à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 3). Do restante, destacam-se ainda as mesorregiões Vale do Rio Doce (6), Zona da Mata (5), Sul/Sudoeste de Minas (2) e Oeste de Minas (1). Para as outras mesorregiões não houve pesquisas cadastradas. Relacionando-se a distribuição das pesquisas às bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Figura 4), dentre as pesquisas que apontaram sua localização com base nesta unidade de planejamento territorial, a maior parte foi realizada nas bacias dos rios Grande (9) e Doce (6). Para todas as demais bacias não foram registradas pesquisas.

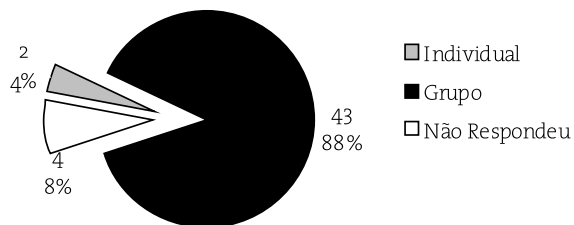


**Figura 3.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por mesorregião do IBGE, para a área temática Diversidade Microbiana (N=30).

Quanto ao grau de participação nas pesquisas, se individual ou em grupo, a maioria das respostas foi para pesquisas realizadas em grupo (88%), enquanto que apenas 4% do total foram desenvolvidas individualmente (Figura 5).

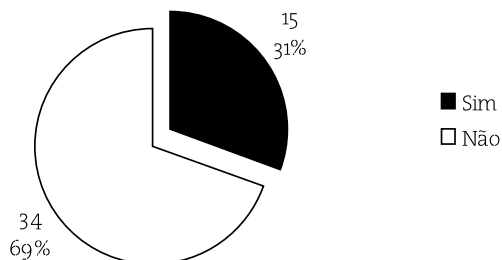


**Figura 4.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por bacia hidrográfica do Estado de Minas Gerais, para a área temática Diversidade Microbiana (N = 12).

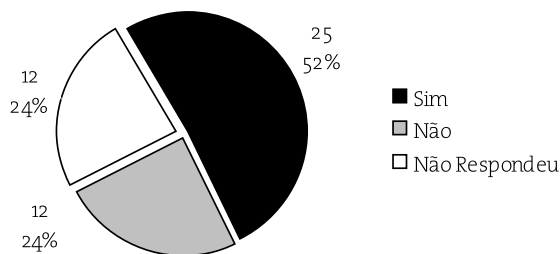


**Figura 5.** Grau de participação das pesquisas (número e percentagem), da área temática Diversidade Microbiana (N = 49).

Sobre o desenvolvimento das pesquisas nas Unidades de Conservação do Estado, somente 31% delas foram realizadas em Unidades de Conservação (Figura 6) e, para 52%, houve depósito de material testemunho em coleções (Figura 7), sendo que mais de 90% deste material encontra-se depositado em Minas Gerais.

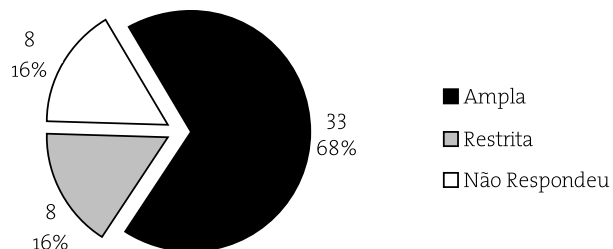


**Figura 6.** Número e porcentagem de pesquisas realizadas em Unidades de Conservação (número e porcentagem), da área temática Diversidade Microbiana (N = 49).

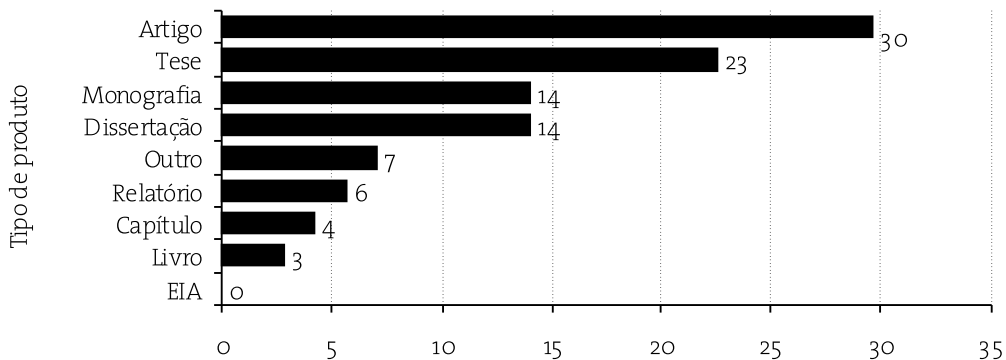


**Figura 7.** Número e porcentagem de pesquisas da área temática Diversidade Microbiana, com material biológico depositado em coleções (N = 49).

Com relação à acessibilidade aos resultados das pesquisas, 68% das pesquisas se enquadraram na categoria de amplo acesso e apenas 16% têm acesso restrito (Figura 8). A maioria dos produtos gerados pelas pesquisas (Figura 9) foi no formato de Artigo Científico (30%), Tese (23%), Dissertação e Monografia (14%).



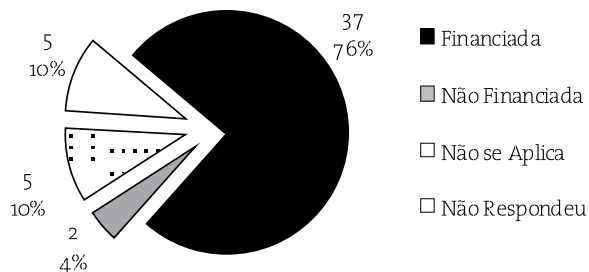
**Figura 8.** Nível de acessibilidade aos resultados das pesquisas da área temática Diversidade Microbiana (N = 49).



**Figura 9.** Modalidades de produtos resultantes das pesquisas da área temática Diversidade Microbiana (N = 71).

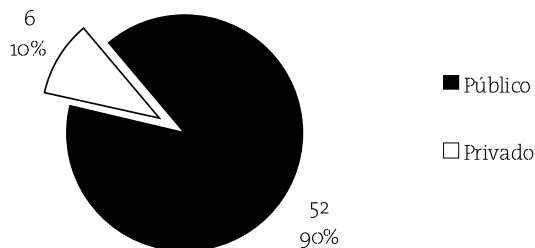
Sobre o item “Financiamento” (Figura 10), a maior parte das pesquisas cadastradas (76%) teve aporte de financiamento, enquanto que apenas 4% não tiveram apoio financeiro.





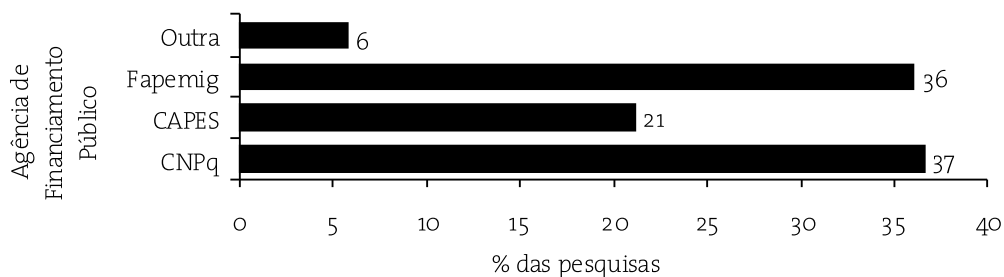
**Figura 10.** Número e Percentagem de pesquisas com ou sem aporte de financiamento, para a área temática Diversidade Microbiana (N = 49).

Das pesquisas financiadas (Figura 11), cerca de 90% do financiamento foram originados de instituições públicas, enquanto que 10% das pesquisas foram financiadas por fontes privadas.



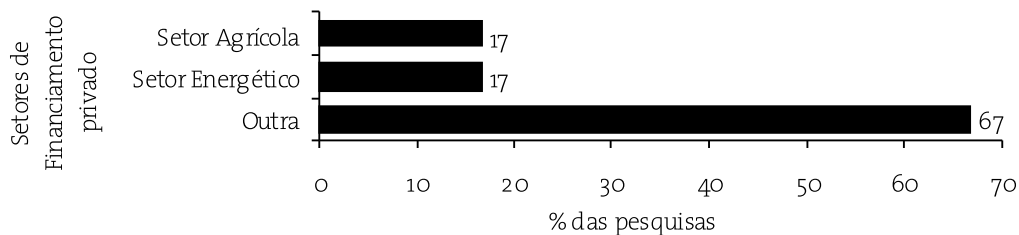
**Figura 11.** Número e Percentagem das pesquisas financiadas, segundo a origem do financiamento, para a área temática Diversidade Microbiana (N = 58).

Dos financiamentos públicos, 58% foram provenientes de instituições públicas em âmbito nacional, CNPq (37%) e CAPES (21%), enquanto que 36% das pesquisas foram financiadas pela FAPEMIG, da esfera estadual. A opção “outra” foi assinalada para 6% das pesquisas com aporte de financiamento do setor público (Figura 12).



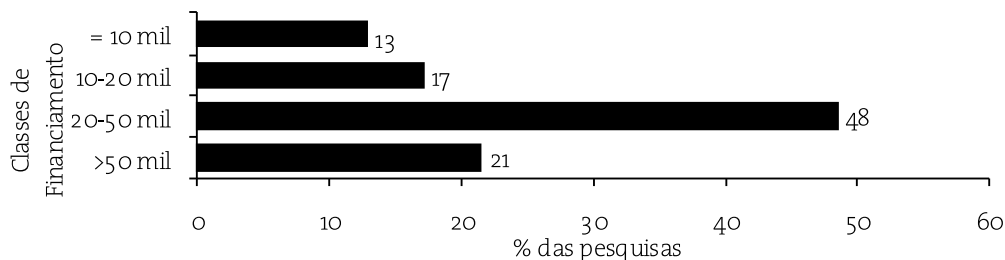
**Figura 12.** Percentagem de pesquisas financiadas por instituições públicas, para a área temática Diversidade Microbiana (N = 52).

Em relação aos financiamentos aportados por setores privados da economia (Figura 13), os setores Energético e Agrícola financiaram, cada um, 17% das pesquisas. A opção “outra”, que significa que o financiamento foi de origem distinta dentre os setores listados no questionário, foi indicada para 67% das pesquisas.



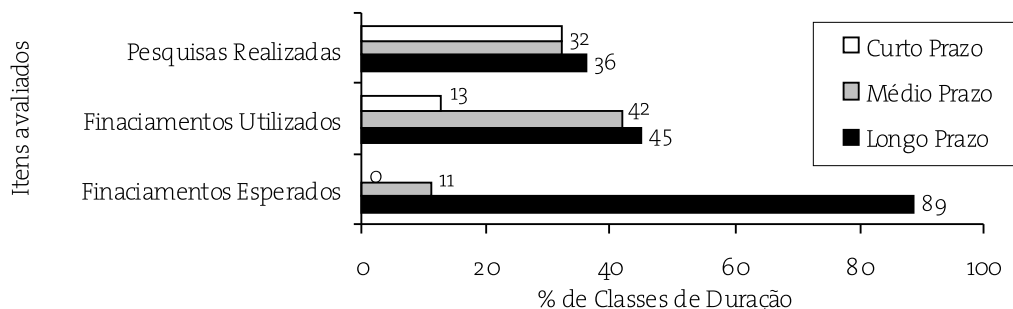
**Figura 13.** Percentagem de pesquisas financiadas pelo setor privado, para a área temática Diversidade Microbiana (N = 6).

No que diz respeito aos valores dos financiamentos recebidos, dentre os projetos que reportaram a informação, 48% receberam financiamento na classe de 20 a 50 mil reais, 21% contaram com valores acima de 50 mil reais, 17% na classe de 10 a 20 mil reais e 13% receberam valores inferiores a 10 mil reais (Figura 14).



**Figura 14.** Percentagem de pesquisas com aporte de financiamento, segundo classes de valores, para a área temática Diversidade Microbiana (N = 49).

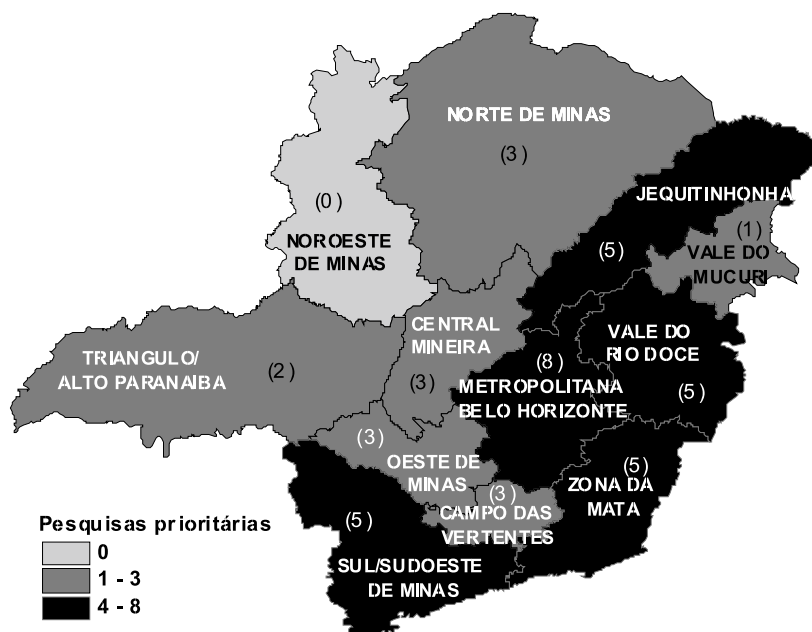
Considerando a informação sobre a duração das pesquisas realizadas, 32% foram realizadas em curto prazo, 32% em médio prazo e 36% em longo prazo (Figura 15). Quanto às pesquisas com financiamentos reportados, 45% foram de longo prazo, seguidas das de médio prazo (42) e de curto prazo (13%). Por outro lado, com relação à duração dos financiamentos esperados no futuro, 89% das respostas foram para a classe de longo prazo e 11% para médio prazo. A opção “curto prazo” não foi considerada nas indicações.



**Figura 15.** Percentagem do tempo de duração de pesquisas realizadas (N = 25), financiamentos utilizados (N = 31) e financiamentos esperados (N = 18), da área temática Diversidade Microbiana. Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos e Longo Prazo = acima de 3 anos.

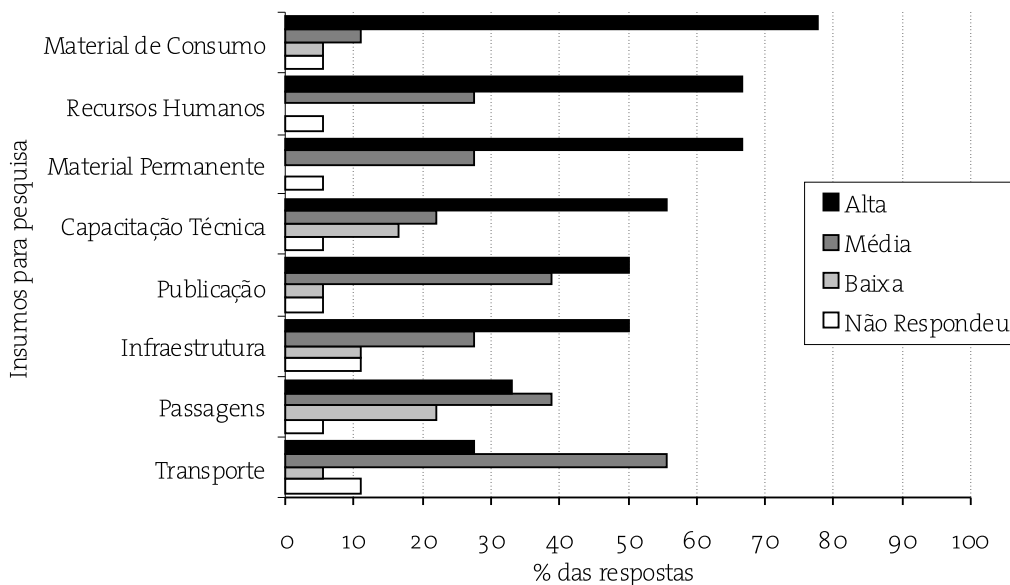
## Pesquisas e recursos prioritários

Os pesquisadores cadastrados no Banco de Dados indicaram um total de 18 pesquisas prioritárias para o Estado, distribuídas segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (Figura 16). A mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte recebeu oito indicações, seguida das mesorregiões da Zona da Mata, Sul/Sudoeste de Minas, Vale do Rio Doce e Jequitinhonha, com cinco indicações cada. A mesorregião Noroeste de Minas não recebeu indicações.



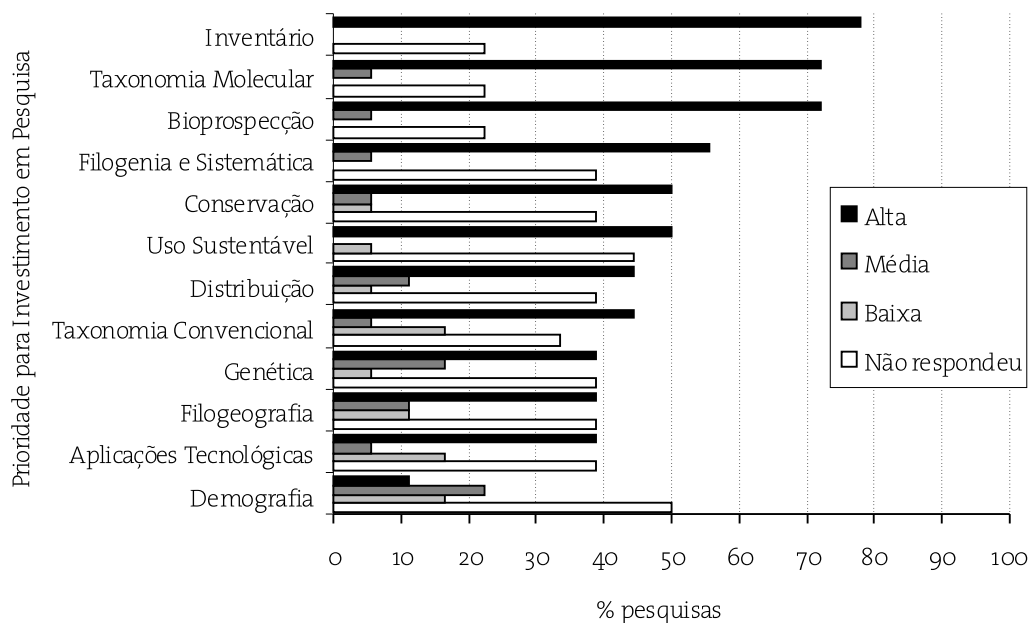
**Figura 16.** Distribuição geográfica das pesquisas prioritárias em Minas Gerais segundo mesorregiões do IBGE, para a área temática Diversidade Microbiana.

Sobre o grau de prioridade atual dos financiamentos em relação aos insumos necessários à execução das pesquisas prioritárias para a área temática (Figura 17), os itens Material de Consumo (78%), Recursos Humanos e Material Permanente, ambos com 70%, e Capacitação Técnica (56%) foram os mais indicados como de alta prioridade. Como média prioridade, destaque para os itens Transporte (56%) e Passagens (39%).



**Figura 17.** Grau de prioridade atual dos financiamentos relativos aos insumos necessários à execução de pesquisas da área temática Diversidade Microbiana (N = 18).

Dentre as pesquisas indicadas como prioritárias (Figura 18), destacaram-se como de **alta prioridade** para financiamento aquelas nas linhas de Inventário (78%), taxonomia Molecular e Bioprospecção, com 72%, e Filogenia e Sistemática, com 56%.



**Figura 18.** Grau de prioridade de investimentos de recursos, segundo linhas de pesquisa da área temática Diversidade Microbiana (N = 18).







# Diversidade de Organismos Aquáticos

Paulina Maria Maia Barbosa<sup>1</sup>  
Célia de Fátima Machado<sup>2</sup>  
Francisco Antonio Rodrigues Barbosa<sup>1</sup>  
Helena Lúcia Menezes Ferreira<sup>2</sup>  
Sofia Luíza Brito<sup>1</sup>  
Marília Vilela Junqueira<sup>2</sup>  
Mônica de Cássia Souza Campos<sup>2</sup>  
Sylvia Therese Meyer<sup>2</sup>  
Bárbara Fernanda de Melo Jardim<sup>2,3</sup>  
Fabiana de Oliveira Gama<sup>2,3</sup>  
Helen Regina Mota<sup>2,3</sup>  
Rosa Maria Menendez<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>2</sup> Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

<sup>3</sup> Colaboradora

Na última edição do Atlas para Conservação da Biodiversidade em Minas Gerais, publicado pela Fundação Biodiversitas em 2005, foram atualizadas as informações disponibilizadas no documento anterior, e mais uma vez, indicadas as áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade do Estado, baseada em sete grupos biológicos (mamíferos, aves répteis, anfíbios, peixes, invertebrados e flora). Uma consulta ampla foi feita com especialistas das diferentes áreas, sendo as informações sobre a riqueza de espécies e espécies ameaçadas sistematizadas em um banco de dados utilizado para a elaboração de mapas de conhecimento científico que, cruzados com informações sobre o mapeamento dos remanescentes de vegetação e condicionantes socioeconômicos, permitiram no final a indicação de áreas de importância biológica, com diferentes graus de prioridade de conservação (Drummond *et al.*, 2005).

As informações contidas na referida publicação revelaram-se de grande importância para a gestão ambiental, principalmente quando se considera a importância da biodiversidade regional, que abriga muitas espécies endêmicas, a escassez de recursos financeiros e humanos e a forte pressão que ameaça a biodiversidade em várias áreas.

Apesar de o Estado de Minas Gerais se destacar pela riqueza de recursos hídricos, dos componentes aquáticos foram considerados na referida publicação apenas o grupo dos peixes, alguns heterópteros aquáticos e dez crustáceos isópodes, os dois últimos habitantes de cavernas. Isto em parte pode ser explicado pelo fato de nosso conhecimento sobre a biodiversidade aquática ainda ser muito pobre e direcionado, principalmente, para grupos de interesse econômico e/ou espécies de maior porte, como os peixes.

Entretanto, a biota aquática, que apresenta uma riqueza ainda desconhecida e pouco explorada para muitos grupos, desempenha um papel importante no funcionamento e manutenção dos ecossistemas. Os organismos atuam como elos de transferência de energia nas cadeias alimentares, dos ciclos biogeoquímicos, dos processos de fragmentação e decomposição da matéria orgânica e contribuem para indicar alterações na estrutura e dinâmica do metabolismo dos sistemas hídricos. Integram e disponibilizam informações sobre a estrutura e função dos ecossistemas e sua base energética; compõem a dieta alimentar de larvas, alevinos e espécies de peixes em ambientes naturais e sistemas de cultivo, podendo, também nestes sistemas, atuar como predadores e competidores. Além de participar dos processos básicos, alguns grupos (algas, macrófitas, rotíferos

e macroinvertebrados) são sensíveis às alterações ambientais e têm sido propostos e utilizados como bioindicadores em protocolos de avaliação de impacto ambiental e nos monitoramentos dos ecossistemas aquáticos. Alguns grupos incluem ainda espécies vetoras de doenças de veiculação hídrica e espécies invasoras, como o mitilídeo, mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) e várias espécies de macrófitas aquáticas, causadoras de expressivo impacto ecológico e econômico.

Em face dessa importância, aliada à forte pressão que ameaça a biodiversidade em várias áreas e à escassez de capital humano e de recursos financeiros para aprofundar seu entendimento, nesta publicação são reunidos dados e informações sobre os grupos das cianobactérias, ficoflora, microinvertebrados, macroinvertebrados e macrófitas aquáticas. Pretende-se uma ampliação do banco de dados sobre a biodiversidade aquática de Minas Gerais, o mapeamento do conhecimento científico acumulado, além da indicação de áreas prioritárias para a conservação dos grupos contemplados, na perspectiva de contribuir para a gestão ambiental das “Águas de Minas”.

## **Estado do Conhecimento**

*O Conhecimento sobre os organismos aquáticos (cianobactérias e ficoflora, micro e macroinvertebrados, macrófitas aquáticas) de Minas Gerais*

### **Ficoflora e cianobactérias**

As algas compõem um grupo bastante heterogêneo de organismos fotossintetizantes que apresentam ampla variação morfológica, de tamanho, coloração e formas de reprodução. Têm como uma das características ecológicas mais marcantes o cosmopolitismo de muitas espécies, estando presentes desde os trópicos até as regiões polares, colonizando vários tipos de ambientes como rios, lagos, solos úmidos, rochosos e oceanos.

Além de sua importância na produção de oxigênio, as algas são, direta ou indiretamente, a principal fonte de alimento da maioria dos seres aquáticos. Algumas são empregadas na indústria alimentícia, de cosméticos, farmacêutica e biodiesel.

As cianobactérias foram os primeiros organismos fotossintetizantes a habitar o planeta, e sua origem é estimada em c. 3,5 bilhões de anos. Estes organismos podem viver em diversos tipos de ambientes, inclusive os inóspitos (fontes termais, neve, cinzas vulcânicas, areia do deserto) e sua colonização e permanência nos ambientes podem ser explicadas pela existência de estratégias adaptativas como a produção de toxinas, fixação de nitrogênio atmosférico, flutuabilidade e resistência a altos valores de pH e condutividade. Algumas situações, como aumento da disponibilidade das formas inorgânicas de nitrogênio, fósforo ou matéria orgânica, podem favorecer o crescimento exagerado das cianobactérias (florações), causando desequilíbrios ecológicos e diversos problemas que variam desde conferir gosto e odor desagradáveis à água até a produção de cianotoxinas que podem afetar a saúde humana.

O levantamento da ficoflora e cianobactérias no Estado de Minas Gerais vem sendo realizado em vários ambientes lênticos e lóticos, por órgãos estaduais (CETEC, IGAM, COPASA) e por grupos de pesquisa sediados principalmente nas universidades, como UFMG e UFV, e visam o biomonitoramento da qualidade das águas e o conhecimento da biodiversidade aquática, além do desenvolvimento de estudos específicos relacionados ao desenvolvimento das cianobactérias.

Em uma estimativa da riqueza da ficoflora e cianobactérias do Estado de Minas Gerais (bacias dos rios São Francisco, Doce, Jequitinhonha, Mucuri, Paranaíba, Paraíba do Sul e Grande) foi relacionado pelo CETEC, entre 1982 e 2008, um total de 659 táxons fotossintetizantes, 203 em ambientes lênticos e 456 em lóticos, distribuídos em seis grupos taxonômicos: Chlorophyta, Chrysophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, Pyrrophyta e Rhodophyta (Tabela 1). Esta riqueza pode ser considerada baixa se comparada, por exemplo, com os 1.551 táxons documentados para o Estado de São Paulo, registro considerado incompleto e subestimado por Bicudo & Shepherd (1998). É claro que os registros apresentados para Minas Gerais também não refletem a riqueza real dos ambientes aquáticos, mas sim a concentração de pesquisas em determinadas bacias hidrográficas, de maior interesse econômico e/ou mais próximas de centros urbanos e com grupos de pesquisa já estabelecidos. Além disso, as amostragens ocorrem, muitas vezes, de forma não sistematizada, e certamente estes números poderão ser ampliados de forma expressiva com um programa extensivo de coletas. Em apenas uma bacia hidrográfica (rio Doce, trecho médio), que vem sendo amostrada de forma contínua desde 2000 (PELD/UFMG), já foram registradas 274 espécies de algas planctônicas nos ambientes lênticos e 105 nos lóticos (Relatório PELD/UFMG, 2007).

O projeto “Águas de Minas”, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), permitiu, a partir de 2005, com a inclusão do monitoramento da ficoflora e cianobactérias, a identificação de mais 224 táxons. Além disso, a pesquisa realizada em áreas úmidas da Cadeia do Espinhaço (Pedralli *et al.*, 2005), entre dezembro de 2001 a agosto de 2003, inventariou 508 espécies de 112 gêneros representativos da ficoflora e de cianobactérias, associados a macrófitas, em oito ambientes aquáticos, dos quais quatro localizados em áreas de preservação (Parque Nacional da Serra do Cipó e Parques Estaduais Serra do Cabral, de Grão Mogol e do Rio Preto).

**Tabela 1.** Riqueza taxonômica de Cianobactérias e Ficoflora para ambientes lênticos e lóticos do Estado de Minas Gerais registrada pelo CETEC, durante o período de 1982 a 2008.

GRUPO TAXONÔMICO	LÊNTICO			LÓTICO		
	FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE	FAMÍLIA	GÊNERO	ESPÉCIE
<b>Cianobactérias</b>	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>47</b>	<b>11</b>	<b>33</b>	<b>54</b>
Nostocales	2	6	13	2	8	13
Synechococcales	2	8	14	2	11	16
Chroococcales	2	5	6	2	3	8
Pseudoanabaenales	1	-	-	1	3	2
Oscillatoriales	2	3	14	3	5	15
Stigonematales	1	1	-	1	3	-
<b>Ficoflora</b>	<b>30</b>	<b>78</b>	<b>156</b>	<b>43</b>	<b>147</b>	<b>402</b>
Chlorophyta	17	53	115	19	63	145
Chrysophyta	10	17	15	15	42	237
Cryptophyta	1	1	-	1	2	-
Euglenophyta	1	4	25	1	4	18
Pyrophyta	1	2	1	1	1	2
Rhodophyta	1	1	-	1	1	-
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>101</b>	<b>203</b>	<b>54</b>	<b>180</b>	<b>456</b>

O Quadro 1 reúne os ambientes amostrados nas diferentes bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais para estudos da ficoflora e cianobactérias. O número de ambientes é expressivo e tem sido ampliado com a implantação de alguns projetos, como o “Águas de Minas” e os “Projetos

Estruturadores do Estado”, como a Meta 2010. No entanto, a malha de amostragem contempla, principalmente, ambientes lóticos. Em Minas Gerais, os ambientes lênticos são em sua maioria representados por reservatórios, cujo monitoramento pelas concessionárias enfoca, em geral, as cianobactérias, fitoplâncton e zooplâncton. Apesar de cobrir extensa rede, não existe uma sistematização destes dados para o Estado de Minas Gerais.

**Quadro 1.** Ambientes amostrados nas bacias hidrográficas de Minas Gerais para os estudos da Cianobactérias e Ficoflora. Fonte: Projeto PADCT/MCT/UFMG 1996; CETEC/SAA - 1982 a 2008; Projeto PELD/UFMG – 2000 a 2008; Projeto “Águas de Minas”- IGAM – 2007-2008.

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (IPGRH) - CORPO DE ÁGUA	MUNICÍPIO
<b>SF- BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<b>SF1</b> Rio Santana, rio São Francisco	Lagoa da Prata, Iguatama, São Roque de Minas, Moema/Luz e Martinho Campos
<b>SF2</b> Rio Pará, rio Itapecerica, rio do Peixe, rio São João	São Gonçalo do Pará, Divinópolis/Carmo do Cajuru, Itapecerica, Piracema, Itaúna e Leandro Ferreira/Conceição do Pará
<b>SF3</b> Tanques de piscicultura, represa de Ibirité, reservatório Serra Azul, Ribeirão Serra Azul; córrego Curralinho, córrego Jacu, córrego Pedreira, córrego Potreiro, córrego Estiva, córrego Diogo, córrego do Pintado, ribeirão Ibirité, Rio Betim, rio Paraopeba	Igarapé, Ibirité, Mateus Leme, Betim, Sarzedo
<b>SF4</b> Tanques de piscicultura, Rio São Francisco	Felixlândia, Abaeté/Pompeu, Três Marias
<b>SF5</b> Lagoa Comprida e lagoa do Arame Farpado Rio das Velhas, rio de Pedras, ribeirão do Silva, córrego Seco, rio Itabirito, ribeirão Capitão da Mata, rio do Peixe, córrego Mingu, córrego Marumbé, ribeirão dos Macacos, ribeirão Cortesia, ribeirão dos Cristais, córrego Capão do Boi, córrego da Mina, ribeirão Água Suja, ribeirão da Prata, ribeirão Sabará, ribeirão Arrudas, ribeirão do Onça, Rio Taquaraçu	Santana do Riacho, Conceição do Mato Dentro, Ouro Preto, Itabirito, Rio Acima, Nova Lima, Raposos, Sabará, Belo Horizonte, Santa Luzia, Taquaraçu de Minas, Lagoa Santa, Funilândia, Curvelo, Corinto/ Augusto de Lima e Várzea da Palma

continua >

continuação

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (IPGRH) - CORPO DE ÁGUA	MUNICÍPIO
<b>SF- BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<p><b>SF6</b> Lagoa Grande e lagoa Tiririca Riio Jequitaiá, rio Riachão, rio São Lourenço, rio Pacuí, rio São Francisco</p>	<p>Engenheiro Dolabela, Montes Claros, Buenópolis, Francisco Dumont, Jequitaiá, Lagoa dos Patos, Várzea da Palma, Mirabela, Coração de Jesus, Brasília de Minas, Pirapora e Ibiá</p>
<p><b>SF7</b> Córrego Rico, córrego Espalha, rio Caatinga</p>	<p>Paracatu, Brasilândia de Minas/João Pinheiro</p>
<p><b>SF8</b> Rio São Miguel, rio Uruçuia</p>	<p>Uruana de Minas, Buritiz</p>
<p><b>SF9</b> Lagoa do Cajueiro, lagoa do Ouro, lagoa do Sossego (Mocambinho) Rio São Francisco, riacho Mocambinho</p>	<p>Jaíba, São Francisco, Januária, Itacarambi, Manga</p>
<p><b>SF10</b> Barragem Bico da Pedra, barragem Canabrava, barragem da ASSIEG, barragem das Lajes, barragem Gameleira, barragem Pedro Jú, barragem São Domingos, lagoa Grande Rio Gurutuba, rio Mosquito, cachoeira do Cerrado, córrego Santa Cruz, ribeirão dos Vieiras, rio Gameleira, rio Lajes, rio São Domingos, rio Verde Grande, rio Catitu, rio Quem Quem, rio Suçupara, rio Arapoim e córrego Macaúbas</p>	<p>Janaúba, Francisco Sá, Porteirinha, Gameleiras, Nova Porteirinha, Mirabela, Montes Claros, Lajes, Juramento, Capitão Enéas, Verdelândia, Jaíba, Manga, Quem Quem, Bom Jardim e São João da Ponte, Matias Cardoso, Janaúba,</p>
<b>DO- BACIA DO RIO DOCE</b>	
<p><b>DO1</b> Lagoa Tanque da Fazenda, Rio Doce, rio Piranga, rio Ipiranga, lago Dom Helvécio, lagoa Águas Claras, lagoa Amarela, lagoa Carioca, lagoa Gambazinho, lagoa Hortência, lagoa Jacaré, lagoa Palmeirinha, lagoa Pedra</p>	<p>Mariana, Timóteo, Marliéria e Dionísio, Porto Firme, Ponte Nova, São José do Goiabal</p>
<p><b>DO2</b> Ribeirão Caraça, Reservatório de Peti Rio Santa Bárbara e córrego do Sítio, Ribeirão Severo, Rio do Peixe, Rio Piracicaba, Rio Doce, Ribeirão Barão de Cocais, Ribeirão Ipanema</p>	<p>Catas Altas, Santa Bárbara e São Gonçalo do Rio Abaixo, Antônio Dias, Nova Era, Ipatinga, Belo Oriente, Barão de Cocais, Ipatinga, Santana do Paraíso</p>

continua >

continuação

<b>UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (IPGRH) - CORPO DE ÁGUA</b>	<b>MUNICÍPIO</b>
<b>DO- BACIA DO RIO DOCE</b>	
<b>DO3</b> Reservatório Dona Rita, Rio Doce	Santa Maria do Itabira, Belo Oriente
<b>DO4 e DO5</b> Rio Doce	Conselheiro Pena, Governador Valadares e Tumiritinga
<b>DO4 e DO6</b> Rio Doce	Resplendor
<b>DO5</b> Rio Caratinga	Cuité, Caratinga
<b>DO6</b> Rio Manhuaçu	Santana do Manhuaçu
<b>JQ- BACIA DO RIO JEQUINHONHA</b>	
<b>JQ1</b> Represa Americana, represa Estivinha, Rio Corrento, rio Taquaral, Rio Jequitinhonha	Riacho dos Machados, Joaquim Felício e Grão Mogol, Coronel Murta
<b>JQ2</b> Rio Araçuaí, rio Soledade, rio Itamarandiba, rio Fanado e rio Preto	Senador Modestino Gonçalves, Turmalina, Cabonita, Capelinha, Minas Novas, Chapada do Norte e São Gonçalo do rio Preto
<b>MU – BACIA DO RIO MUCURI</b>	
<b>MU1</b> Rio Mucuri	Teófilo Otoni
<b>BACIA DO RIO PARANAÍBA</b>	
<b>PN1</b> Reservatório Itumbiara Rio Paranaíba, rio Espírito Santo, rio Jacaré, ribeirão Santo Antônio do Bonito, rio Santo Inácio, rio Verde	Patrocínio, Perdizes, Patos de Minas, Lagamar, Coromandel, Guarda-Mor e Abadia dos Dourados
<b>PN2</b> Rio Araguari, rio Quebra Anzol, rio Claro, Rio Uberabinha	Sacramento, Santa Juliana, Nova Ponte, Serra do Satélite, Perdizes, Ibiá, Iraí de Minas, Indianópolis, Uberlândia e Araguari, Martinesia

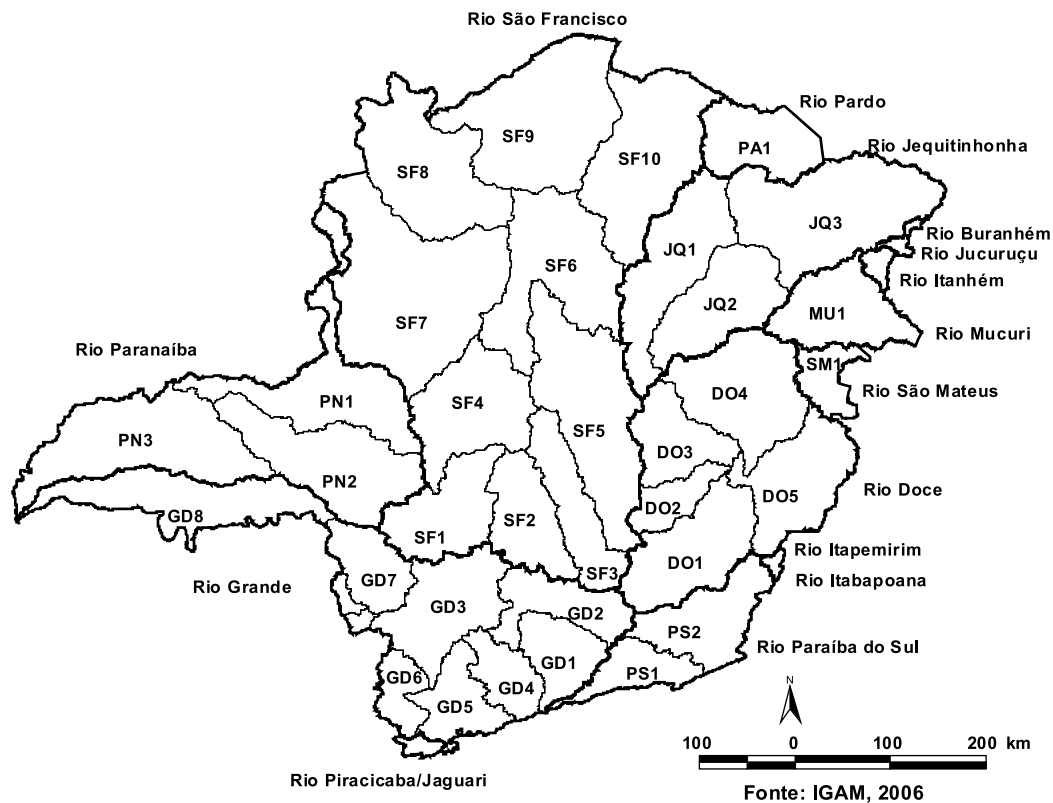
continua &gt;



continuação

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (IPGRH) - CORPO DE ÁGUA	MUNICÍPIO
<b>BACIA DO RIO PARANAÍBA</b>	
<b>PN<sub>3</sub></b> Reservatório São Simão Ribeirão dos Patos e rio Paranaíba	Santa Vitória, Ipiacu, Chaveslândia (MG)/ Inaciolândia e Almerindópolis (GO)
<b>PS- BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL</b>	
<b>PS<sub>1</sub></b> Reservatório Marmelo, reservatório Joasal e reservatório Paciência Rio Paraibuna, rio Paraíba do Sul	Juiz de Fora, Belmiro Braga, Três Rios, Juiz de Fora / Comendador Levy Gasparian (RJ) e Chiador (RJ)
<b>PS<sub>2</sub></b> Rio Pomba, rio Muriaé, rio Xopotó	Mercês, Cataguases, Muriaé (MG) / Santo Antônio de Pádua (RJ), Visconde do Rio Branco
<b>GD- BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>GD<sub>8</sub></b> Reservatório Volta Grande Rio Grande, córrego Gameleira, Ribeirão das Antas, rio Verde, Ribeirão Tronqueira, rio Uberaba	Conceição das Alagoas, Uberaba, Águas Compridas, Carneirinho (MG) / Iturama, Miguelópolis Aramina Ituverava Igarapava Santa Clara e Populina (SP), Poços de Caldas, São Francisco de Sales

A nomenclatura referente às subdivisões das bacias hidrográficas adotada neste capítulo foi baseada nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do IGAM. Sua localização poder ser verificada na Figura 1 abaixo:



**Figura 1.** Mapa das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do IGAM.

## Microinvertebrados

A comunidade de microinvertebrados é naturalmente diversa, compreendendo organismos proto e metazoários, muito variáveis em forma, tamanho ( $\mu\text{m}$  a  $\text{cm}$ ), hábitos alimentares e que interagem de diversas formas com outras comunidades e com o meio onde vivem. Nos ecossistemas de água doce, fazem parte desta comunidade representantes dos grupos Copepoda, Cladocera, Rotifera, Protista, Gastrotricha, Tardigrada e, ocasionalmente, larvas de Diptera, Turbellaria e Mollusca.

Nos ecossistemas aquáticos continentais, como lagos, rios e reservatórios, estes organismos se distribuem pela região limnética e litorânea, geralmente com maior riqueza de espécies em áreas colonizadas por vegetação aquática ou que mostram maior heterogeneidade ambiental. Algumas espécies, por apresentar formas de resistência (ovos e efipios), podem restaurar suas populações após períodos adversos e colonizar rapidamente lagoas marginais e poças temporárias. Estes organismos também são encontrados em solos úmidos e brejos, em veredas, campos úmidos e de murundus, entre folhas e musgos, em cavernas e lençóis freáticos e até em águas acumuladas em bromélias.

A implantação de projetos, como os mencionados no item anterior, permitiu a ampliação do conhecimento sobre a diversidade deste grupo, já que o número de ambientes inventariados aumentou, mas algumas bacias continuam ainda pouco exploradas. Recentemente, um primeiro esforço em sintetizar as informações a respeito desta comunidade foi realizado por Eskinazi-Sant'Anna *et al.* (2005), quando foram levantadas 551 espécies (Tabela 2). Se considerarmos os dados já publicados sobre a ocorrência destes grupos no Brasil (Rocha & Guntzel, 1998; Rocha & Sendacz, 1996; Rocha, 2006), fica fácil perceber a importância dos nossos ambientes para manutenção dessa biodiversidade.

**Tabela 2.** Riqueza dos principais grupos do Zooplâncton para o Estado de Minas Gerais (Eskinazi-Sant'Anna *et al.*, 2005) e Brasil (Rocha & Guntzel, 1998; Rocha & Sendacz, 1996; Rocha, 2006).

GRUPO	MINAS GERAIS	BRASIL
Protista	151	118
Rotifera	300	457
Cladocera	68	112
Copepoda	30	272
Diptera	2	-
<b>Total</b>	<b>551</b>	<b>959</b>

Se considerarmos, ainda, que a maior parte dos estudos concentra-se em apenas uma região (normalmente a limnética) e que foram desenvolvidos em ambientes lênticos (apenas 23% em ambientes lóticos), pode-se concluir que os números apresentados estão provavelmente subestimados. Para se ter uma idéia, em estudo recente explorando a região litorânea colonizada por macrófitas de um único lago do sistema lacustre do médio rio Doce, foram registradas 188 espécies, das quais 130 representaram novos registros para o lago e pelo menos oito para o Estado de Minas Gerais (Maia-Barbosa *et al.*, no prelo). Ainda neste sistema, uma avaliação da riqueza zooplancônica em sete lagos localizados no Parque Estadual do Rio Doce (lagos Dom Helvécio, Carioca, Gambazinho) e entorno (lagos Jacaré, Amarela, Palmeirinha e Águas Claras) resultou, até o momento, em 327 espécies zooplancônicas (Tabela 3). Para os ambientes lóticos avaliados nesta bacia (ribeirão Caraça, rio do Peixe, rio Santa Bárbara, rio Severo, rio Piracicaba, ribeirão Ipanema, rio Doce) 281 espécies foram registradas (PELD/UFMG, 2007) (Tabela 3).

No inventário de tecamebas, realizado por Gomes & Souza (2008) no rio Peruaçu, foram acrescentados 29 novos registros e 15 novas variedades de tecamebas para Minas Gerais.

**Tabela 3.** Riqueza dos principais grupos do Zooplâncton para ambientes lênticos e lóticos no trecho médio da bacia do rio Doce – Minas Gerais (PELD/UFMG).

GRUPO	LÊNTICO	LÓTICO
Protista	88	136
Rotifera	156	105
Cladocera	60	24
Copepoda	23	16
<b>Total</b>	<b>327</b>	<b>281</b>

Em estudos desenvolvidos pelo CETEC para avaliar e monitorar a qualidade das águas de ambientes lóticos e lênticos, prístinos e sob impacto antropogênico das bacias hidrográficas dos rios das Velhas, Paraopeba, Paracatu, Jequitaiá, Verde Grande, São Francisco, Grande, Jequitinhonha, Pardo, Doce, Paraíba do Sul e Paranaíba; somados a estudos específicos sobre a biodiversidade aquática, foram identificadas 426 espécies, das quais 311 ocorreram em ambientes lênticos e 328 nos lóticos. A maior parte das coletas também foi concentrada na região limnética, enfatizando, mais uma vez, a necessidade de maior exploração da região litorânea (Tabela 4).

Pedralli *et al.* (2005), trabalhando com espécies associadas a macrófitas aquáticas em áreas úmidas da Cadeia do Espinhaço, registrou 467 espécies distribuídas entre Protista, Rotifera e Crustácea, além de Tardigrada e Gastrotricha. Entre os Protozoa foram identificadas 21 espécies de amebas testáceas com primeira ocorrência registrada no Brasil. Estes resultados mostram a importância de estudos nesta área, inclusive para consolidação de estratégias de manejo, conservação e restauração de áreas úmidas. Áreas úmidas, incluindo a Cadeia do Espinhaço, foram indicadas como prioritárias para implementação de programas de manejo e conservação desde a edição de 1998 do “Atlas – Biodiversidade em Minas Gerais” (Costa *et al.*, 1998)

**Tabela 4.** Riqueza dos principais grupos de Microinvertebrados para ambientes lênticos e lóticos no Estado de Minas Gerais (CETEC, durante o período de 1982 a 2008).

GRUPO	LÊNTICO	LÓTICO
Protista	129	145
Rotifera	151	153
Cladocera	24	22
Copepoda	7	8
<b>Total</b>	<b>311</b>	<b>328</b>

O Quadro 2 apresenta os ambientes amostrados nas diferentes bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais para estudos de microinvertebrados. As bacias dos rios São Francisco, Doce e Paranaíba se destacam pelo número de ambientes já inventariados, contribuindo com a maior parte dos dados levantados. Outras bacias, como as dos rios Pardo, Jequitinhonha e Paraíba do Sul, foram pouco exploradas, embora possuam significativa demanda de recursos hídricos.

**Quadro 2.** Ambientes amostrados nas diferentes bacias hidrográficas de Minas Gerais para estudos de microinvertebrados. Fonte: Projeto PADCT (1996); PELD/UFMG (2000 a 2008); CETEC/SAA (1982 a 2008) e Eskinazi-Sant'Anna *et al.* (2005).

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (UPGRH)	AMBIENTES	MUNICÍPIOS
<p><b>SF - Bacia do Rio São Francisco</b></p>	<p>represa de Ibitité e reservatório Serra Azul, ribeirão Serra Azul; córrego Curralinho, córrego Jacu, córrego Pedreira, córrego Potreiro, córrego Estiva, córrego Diogo, córrego do Pintado e ribeirão Ibitité, lagoa Comprida e lagoa do Arame Farpado, rio das Velhas, rio de Pedras, ribeirão do Silva, córrego Seco, rio Itabirito, ribeirão Capitão da Mata, rio do Peixe, córrego Mingü, córrego Marumbé, ribeirão dos Macacos, ribeirão Cortesia, ribeirão dos Cristais, córrego Capão do Boi, córrego da Mina, ribeirão Água Suja, ribeirão da Prata, ribeirão Sabará, ribeirão Arrudas, ribeirão do Onça, lagoa Grande e lagoa Tiririca, rio Jequitai, rio Riachão, rio São Lourenço e rio Pacuí, córrego Rico e córrego Espalha, lagoa do Ouro e lagoa do Sossego (Mocambinho), rio São Francisco, riacho Mocambinho, barragem Bico da Pedra, barragem Canabrava, barragem da ASSIEG, barragem das Lajes, barragem Gameleira, barragem Pedro Jú, barragem São Domingos e lagoa Grande, rio Gorutuba, rio Mosquito, cachoeira do Cerrado, córrego Santa Cruz, ribeirão dos Vieiras, rio Gameleira, rio Lajes, rio São Domingos, rio Verde Grande, rio Catitu, rio Quem Quem, rio Suçupara, rio Arapoim e córrego Macaúbasem das Lajes, lagoa Azul, lagoa Bongo, lagoa Cajueiro, lagoa Cipó, lagoa Confins, lagoa Feia, lagoa dos Mares, lagoa Olhos d'Água, lagoa Praiano, Lagoa Santa, lagoa do Sumidouro, lagoa do Tacho, reservatório Cajuru, reservatório Gafanhoto, reservatório Igarapé, reservatório Lagoa do Nado, reservatório Pampulha, reservatório Três Marias, rio Cipó, córrego Indaiá, rio Peixe, rio Peruaçu, rio Preto do Itambé</p>	<p>Igarapé, Ibitité e Mateus Leme, Felixlândia, Santana do Riacho, Conceição do Mato Dentro, Ouro Preto, Itabirito, Rio Acima, Nova Lima, Raposos, Sabará, Belo Horizonte e Santa Luzia, Engenheiro Dolabela, Montes Claros, Buenópolis, Francisco Dumont, Jequitai, Lagoa dos Patos, Várzea da Palma, Mirabela, Coração de Jesus e Brasília de Minas, Paracatu, Jaiba, Janaúba, Francisco Sá, Porteirinha, Gameleiras, Nova Porteirinha, Mirabela, Montes Claros, Lajes, Juramento, Capitão Enéas, Verdelândia, Jaiba, Manga, Quem Quem, Bom Jardim e São João da Ponte</p>

continua >

continuação

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (UPGRH)	AMBIENTES	MUNICÍPIOS
<b>DO - Bacia do Rio Doce</b>	Lagoa Tanque da Fazenda, reservatório de Peti, rio Santa Bárbara e córrego do Sítio, reservatório Dona Rita, lago Dom Helvécio, lagoa Águas Claras, lagoa Amarela, lagoa Carioca, lagoa Gambazinho, lagoa Hortência, lagoa Jacaré, lagoa Palmeirinha, lagoa Pedra, reservatório Salto Grande, rio Barão de Cocais, rio Caraça, rio Congonhas, rio Doce, rio Ipanema, rio Piracicaba, rio Severo	Mariana, Santa Bárbara e São Gonçalo do Rio Abaixo, Santa Maria do Itabira, Barão de Cocais, Ipatinga, Coronel Fabriciano, João Monlevade, caraça, Marliéria, Timóteo, Dionísio
<b>IQ - Bacia do Jequitinhonha</b>	represa Americana, represa Estivinha, rio Corrento e rio Taquaral, rio Araçuaí, rio Soledade, rio Itamarandiba, rio Fanado e rio Preto	Riacho dos Machados, Joaquim Felício e Grão Mogol, Senador Modestino Gonçalves, Turmalina, Cabonita, Capelinha, Minas Novas, Chapada do Norte e São Gonçalo do rio Preto
<b>PN - Bacia do Rio Paranaíba</b>	reservatório Itumbiara, rio Paranaíba, rio Espírito Santo, rio Jacaré, ribeirão Santo Antônio do Bonito, rio Santo Inácio, rio Verde, Rio Araguari, rio Quebra Anzol e rio Claro, reservatório São Simão, ribeirão dos Patos, rio Paranaíba, reservatório Emborcação, reservatório Miranda, reservatório Nova Ponte	Patrocínio, Perdizes, Patos de Minas, Lagamar, Coromandel, Guarda-Mor e Abadia dos Dourados, Sacramento, Santa Juliana, Nova Ponte, Serra do Satélite, Perdizes, Ibiá, Iraí de Minas, Indianópolis, Uberlândia e Araguari, Santa Vitória, Ipiacu, Chaveslândia (MG)/Inaciolândia e Almerindópolis (GO)
<b>PS - Bacia do rio Paraíba do Sul</b>	reservatório Marmelo, reservatório Joasal e reservatório Paciência, rio Paraibuna, rio Paraíba do Sul, rio Pomba e rio Muriaé	Juiz de Fora, Belmiro Braga, Três Rios, Juiz de Fora / Comendador Levy Gasparian (RJ) e Chiador (RJ), Mercês, Cataguases, Muriaé (MG) / Santo Antônio de Pádua (RJ)
<b>GD - Bacia do Rio Grande</b>	reservatório Volta Grande, rio Grande e córrego Gameleira, lagoa Marimbondo, reservatório Camargos, reservatório Furnas, reservatório Igarapava, reservatório Itutinga, reservatório Jacutinga, reservatório Jaguará, reservatório Poço Fundo, rio São Gonçalo	Conceição das Alagoas, Uberaba, Águas Compridas, Carneirinho (MG) / Iturama, Miguelópolis Aramina Ituverava Igarapava Santa Clara e Populina (SP)
<b>PA - Bacia do Rio Pardo</b>	reservatório Machado Mineiro	Águas Vermelhas

## MACROINVERTEBRADOS

Os macroinvertebrados aquáticos representam um grupo extremamente diverso, incluindo poríferos, hidrozóários, vermes (planárias, sanguessugas, vermes cilíndricos), ácaros, moluscos (bivalves e gastrópodes), crustáceos e, sobretudo, larvas de insetos. Em relação aos grupos anteriores, apresentam maior tamanho, podendo ser visualizados a olho nu. Além de importantes componentes da cadeia alimentar, várias espécies desta comunidade são muito sensíveis a alterações ambientais provocadas pelo lançamento de poluentes orgânicos ou tóxicos, sendo, portanto, frequentemente utilizadas no monitoramento da qualidade das águas. A fauna de macroinvertebrados identificada até o momento nas principais bacias amostradas em Minas Gerais é apresentada na tabela 5. O Quadro 3 apresenta os ambientes amostrados nas diferentes bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais para estudos de microinvertebrados.

**Tabela 5.** Riqueza taxonômica de Macroinvertebrados para as principais bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (projetos: PELD/UFMG; Manuelzão/UFMG; Bacias Minero-Metalúrgicas ICB/Engenharia/IGAM; CETEC/SAA).

BACIA	RIQUEZA
Rio Doce	122
Rio São Francisco	47
Rio das Velhas	65
Rio Jequitinhonha	19
Rio Paraíba do Sul	20

As diferenças apontadas podem ser explicadas, em parte, pela implantação de projetos específicos em algumas bacias, como, por exemplo, PELD/UFMG na bacia do médio rio Doce e Manuelzão/UFMG na bacia do rio das Velhas, que garantem maior tempo de amostragem e exploração de um número maior de ambientes. Além disso, em algumas áreas foram desenvolvidos projetos específicos sobre a ocorrência de vetores de esquistossomose mansônica e, a partir de 2006, para a ocorrência do mitilídeo invasor, mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), pelo CETEC (Campos *et al.*, 2003).



Os macroinvertebrados foram amostrados de forma mais intensa nos ambientes lóticos, e têm sido utilizados como bioindicadores da qualidade das águas, principalmente nas bacias dos rios Doce e das Velhas (Junqueira *et al.*, 1994; Barbosa *et al.*, 2001; Moreno e Callisto, 2004; IGAM/CETEC, 2006; Callisto & Moreno, 2008). Se a metodologia de coleta está relativamente bem definida e padronizada para este grupo, dificuldades quanto à sistemática ainda são relatadas pela maior parte dos pesquisadores, o que indica que os números apresentados podem estar subestimados.

De forma análoga aos grupos já abordados, a maioria dos levantamentos realizados concentrou-se no compartimento limnético, indicando a necessidade de investimentos nas áreas litorâneas, particularmente quando ocupadas por macrófitas aquáticas. Apenas nas áreas úmidas da Cadeia do Espinhaço pesquisadas por Pedralli *et al.* (2005), foram registrados 173 táxons de 77 famílias de macroinvertebrados.

**Quadro 3.** Ambientes amostrados nas diferentes bacias hidrográficas de Minas Gerais para estudos de macroinvertebrados. Fonte: Projeto PELD/UFMG, 1999 - 2007; Projeto Manuelzão/UFMG, 2003-2008; CETEC/SAA, 1979 a 2008.

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (IPGRH) - CORPO DE ÁGUA	MUNICÍPIO
<b>SF- BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<p><b>SF3 - Bacia do Rio Paraopeba</b>                      Represa de Ibitité                      Córrego Curralinho, córrego Diogo, córrego Estiva, córrego Jacu, córrego Pedreira, Córrego do Pintado, córrego Potreiro, ribeirão Serra Azul e ribeirão Ibitité</p>	<p>Mateus Leme</p>
<p><b>SF4</b>                      Rio Indaiá, Rio Borrachudo, Rio São Francisco, Rio Abaeté</p>	<p>Biquinhas, Morada Nova de Minas, Três Marias/São Gonçalo do Abaeté</p>

continua >

continuação

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (IPGRH) - CORPO DE ÁGUA	MUNICÍPIO
<b>SF- BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO</b>	
<p><b>SF5 - Bacia do Rio das Velhas</b> Lagoa Comprida e lagoa do Arame Farpado, rio Jaboticatubas, Córrego Capão do Boi, córrego da Mina, córrego do Cardoso, córrego Marumbé, córrego Mingu, córrego Seco, ribeirão Água Suja, ribeirão Arrudas, ribeirão Capitão da Mato, ribeirão Cortesia, ribeirão da Prata, ribeirão do Onça, ribeirão do Silva, ribeirão dos Cristais, ribeirão dos Macacos, ribeirão Mango, ribeirão Sabará, rio Itabirito, rio de Pedras, rio do Peixe, rio das Velhas e rio Corrento, rio Curumataí, rio Pardo, Rio Paraúna, Rio Cipó</p>	<p>Jaboticatubas, Conceição do Mato Dentro, Nova Lima, Sabará e Belo Horizonte, Lagoa Santa, Inimutaba, Guaicuí, Curumataí, Monjolos/Santo Hipólito, Presidente Kubitschek, Presidente Juscelino</p>
<p><b>SF6, SF7, SF10</b> Lagoa da BR 135, Córrego Canabrava, córrego Gouveia, córrego Espalha, córrego Poções, córrego Rico, riacho Mocambinho, rio Arapoim, rio Caititu, rio Gameleira, rio Gorumtuba, rio Guavinipã, rio Jequitai, rio Lajes, rio Pacuí, rio Quem Quem, rio Riachão, rio Santa Cruz, rio São Domingos, rio São Francisco, rio São Lourenço, rio Serra Branca, rio Suçupara, rio Verde Grande e ribeirão dos Vieiras,</p>	<p>Gouveia, Bocaiúva, São João da Ponte, Montes Claros, Jaíba, Capitão Enéas, Espinosa, Janaúba, Francisco Sá, Mocambinho, Paracatu,</p>
<b>JQ- BACIA DO RIO JEQUITINHONHA</b>	
<p><b>JQ1</b> Represa Americana, Represa Estivinha, Rio Jequitinhonha</p>	<p>Riachos dos Macacos, Grão Mogol, Diamantina, Virgem da Lapa</p>
<p><b>JQ1 e JQ2</b> Córrego Brigador, córrego São Bentinho, córrego dos Franciscos, rego do córrego Sena, riacho Catuni, ribeirão do Gomes, rio Araçuaí, rio Fanado, rio Itamarandiba, rio Preto, rio São João, rio Soledade e rio Taquaral</p>	<p>São Gonçalo do Rio Preto, Capelinha e Grão Mogol, Araçuaí</p>

continua &gt;

continuação

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (IPGRH) - CORPO DE ÁGUA	MUNICÍPIO
<b>JQ- BACIA DO RIO JEQUITINHONHA</b>	
<p><b>JQ3</b> Brejo do Campo, brejo do rio Mosquito, lagoa de olaria Maria de Onofre, brejo a margem do rio Barracão, represa do rio São Francisco, brejo do ribeirão da Anta Podre Pequeno, brejo do rio Preto, brejo do rio Rubim do Norte, lagoa da Fazenda Niterói, lagoa da Mata, lagoa de olaria a margem do córrego Brigador, lagoa de Olaria a margem do rio São Miguel, lagoa de Olaria Pedro Gomes, lagoa do Mutum, lagoa Verde, poço a margem do córrego Tabaril, poço a margem do rio do Prado, poços a margem do rio Setúbal, represa da Indústria Malvina, represa da Veada, represa do Córrego Paneleiro, represa do Mocó, lagoa dos Coqueiros, tanque de piscicultura do rio São Miguel e valas de irrigação do Vale do Gorutuba, Rio Jequitinhonha</p>	<p>André Fernandes, Almenara, Pedra Azul, São Pedro do Jequitinhonha, Serro, Malacacheta, Porteirinha, Almenara, Jacinto, Jequitinhonha, Medina, Joaíma, Rio do Prado, Rubim e São João do Paraíso, Salto da Divisa</p>
<b>PA - BACIA DO RIO PARDO</b>	
<p><b>PA1</b> Córrego do Coqueiro, córrego do Pau d'Arco, córrego Tábua e riacho do Cantinho</p>	<p>Rio Pardo de Minas e Águas Vermelhas</p>
<b>DO - BACIA DO RIO DOCE</b>	
<p><b>DO1</b> Lagoa Tanque da Fazenda Rio do Carmo Rio Doce</p>	<p>Mariana, Córrego Novo</p>
<p><b>DO2</b> Rio Peixe, Rio Piracicaba, Rio Santa Bárbara, Severo, Rio Doce, Córrego Dois Irmãos</p>	<p>Nova Era, Ipatinga, São Gonçalo do Rio Abaixo, Antonio Dias, Timóteo, Santa Bárbara</p>
<p><b>DO3</b> Córrego Cachoeira, córrego Lajeado e córrego Paneleiro</p>	<p>Rio Vermelho e Serro</p>
<p><b>DO5</b> Rio Corrente Grande, Rio Caratinga</p>	<p>Governador Valadares, Cuieté</p>

continua >

continuação

<b>UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS (IPGRH) - CORPO DE ÁGUA</b>	<b>MUNICÍPIO</b>
<b>PS - BACIA DO PARAÍBA DO SUL</b>	
<b>PS1 - Bacia do Rio Paraibuna</b> Rio do Peixe, rio do Salto, Rio Paraíba do Sul, rio Paraibuna e rio Preto	Santa Rita do Jacutinga, Juiz de Fora e Sobragy
<b>PS2 - Bacia do Rio Novo, Pomba e Muriaé</b> Rio Carangola, rio Glória, rio Muriaé, rio Novo, rio Paraíba do Sul, rio Pardo, rio Pomba e rio Xopotó, Ribeirão Ubá	Muriaé, Carangola e Ubá
<b>GD - BACIA DO RIO GRANDE</b>	
<b>GD4</b>	Flora, Três Corações
<b>GD5</b>	Pouso Alegre,
<b>GD8</b> Reservatório de Volta Grande e reservatório de Água Vermelha	Água Comprida, Miguelópolis, Conceição das Alagoas, Uberaba, Ituverava e Água Vermelha
<b>PN - BACIA DO RIO PARANAÍBA</b>	
<b>PN3</b> Ribeirão Santo Antônio do Bonito, rio Araguari, rio Claro, rio Espírito Santo, rio Jacaré, rio Paranaíba, rio Quebra Anzol, rio Santo Inácio e rio Verde	Araguari, Santa Vitória, São Simão, Paranaiguara, Chaveslândia e Ipiacú
<b>PN3</b> Reservatório São Simão	Santa Vitória, São Simão, Paranaiguara, Chaveslândia e Ipiacú

### Macrófitas Aquáticas

Nos ambientes aquáticos tropicais, as altas temperaturas e a intensidade da radiação solar favorecem o crescimento de macrófitas aquáticas. Estes vegetais são heterogêneos, não só em relação aos grupos taxonômicos, mas também às diversas adaptações que permitem a colonização de ambientes aquáticos. Comparadas com as plantas terrestres, suas partes vegetativas exibem grandes modificações estruturais que permitem suportar desde submergências ocasionais até o hábito exclusivamente aquático (Sculthorpe 1967; Pompêo & Moschini-Carlos 2003).

As plantas associadas aos ambientes aquáticos desempenham importante papel na estrutura e no metabolismo dos ecossistemas (Meerhoff *et al.*, 2003; Barrat-Segretain 1996), retendo materiais particulados, sedimentos e nutrientes (Pedralli & Teixeira 2003). As macrófitas aquáticas contribuem, ainda, para o aumento da heterogeneidade estrutural dos habitats, proporcionando abrigo, refúgio e recursos para grande variedade de animais, constituindo-se como importante mantenedora da biodiversidade presente nos ecossistemas aquáticos (Agostinho *et al.*, 2003, Barrat-Segretain 1996).

A partir da década de 1990, houve um incremento de estudos de plantas aquáticas no Brasil, motivados principalmente pelo reconhecimento das funções ecológicas dessas plantas e pela demanda de controle de determinadas espécies, que, devido à proliferação excessiva, causam problemas em reservatórios (Thomaz & Bini, 2003). Segundo esses autores, áreas alagáveis, represas e lagoas costeiras são os ecossistemas onde há maior expressividade do grupo, pois, nos ambientes lóticos, muitas espécies de macrófitas aquáticas apresentam adaptações a trechos de corredeiras e substratos rochosos, o que os tornam ambientes únicos para a ocorrência de determinadas espécies.

O conhecimento da biodiversidade das macrófitas aquáticas em Minas Gerais é ainda incipiente e essas lacunas são decorrentes em especial da falta de especialistas na área. O CETEC tem desenvolvido estudos em ambientes lóticos e lênticos de bacias hidrográficas mineiras, em especial nas áreas de influência das UHEs de Nova Ponte, Santa Rita e nos reservatórios Volta Grande, Peti, Bocaina e Ibirité.

Meyer & Franceschinelli (2005) estudaram a composição de macrófitas aquáticas em ambientes lóticos e lênticos da Cadeia do Espinhaço (MG), bacias dos rios São Francisco, Doce e Jequitinhonha, e registraram 53 famílias, 126 gêneros e 224 espécies.

Na bacia do médio rio Doce, a riqueza de espécies de macrófitas foi avaliada em seis lagos do Parque Estadual do rio Doce e entorno, resultando um total de 64 espécies identificadas e pertencentes a 26 famílias e 34 gêneros.

Para o Estado de Minas Gerais, a falta de informações sobre a florística das macrófitas é uma preocupação crescente, uma vez que as alterações no habitat podem determinar a extinção

de espécies naquele local. A antropização dos habitats por meio de construção de canais, represamento, drenagem, inundação, destruição das florestas ciliares perturbam o equilíbrio e alteram os ecossistemas, quase sempre levando à perda irreparável de espécies.

A família Podostemaceae, por exemplo, é citada como rica em endemismos e muitas espécies são de distribuição restrita, apresentando habitat específico e poucas adaptações significativas para a dispersão (Sculthorpe, *op. cit.*; Cook, 1996). São exemplos de Podostemaceae endêmicas do Estado de Minas Gerais: *Diamantina lombardii*, conhecida em apenas duas localidades, Parque Estadual do Rio Preto e rio do Peixe; *Cipoia inserta*, ocorrente em oito localidades de Minas Gerais (Philbrick *et al.*, 2004); e *Cipoia ramosa* conhecida no rio Corrento, APA da Serra do Cabral (Bove *et al.*, 2006). Estudos de distribuição e ecologia de macrófitas invasoras são necessários, pois podem interferir negativamente na riqueza regional, intra e interespecíficas. A mudança de um habitat aquático em decorrência de atividades antrópicas, sejam elas relativas à qualidade das águas ou à transformação física da paisagem, podem trazer graves conseqüências à biodiversidade regional. Os corredores ripários constituem hoje importante entrada de espécies invasoras. Como exemplo, destaca-se *Hedychium coronarium*, popularmente conhecido como lírio-do-brejo, que forma densas infestações, obstruem pequenos riachos e canais e tem preferência por áreas de maior retenção de umidade e sombreamento.

O Estado de Minas Gerais é, sem dúvida, detentor de grande riqueza de plantas aquáticas. Entretanto, as lacunas ainda existentes no conhecimento tornam urgentes os estudos sobre a biodiversidade das plantas associadas aos ambientes úmidos e sua ecologia, com os propósitos de conservação e manejo. A incorporação de tais estudos irá suprir essa deficiência e subsidiar estratégias para conservação das áreas úmidas e da biodiversidade vegetal em Minas Gerais.

### **Estado de Conservação**

A crescente necessidade de água para atender às demandas da população, além dos usos industriais e agrícolas, tem exercido pressão enorme sobre os recursos hídricos, alterando as características físicas e químicas da água e, não raramente, alterando significativamente a qualidade do ambiente, com consideráveis impactos sobre a biodiversidade local.

Neste sentido, a degradação dos ambientes aquáticos e o acelerado processo de eutrofização constituem as principais ameaças às comunidades aquáticas. Diferentes agentes de estresse, como poluição, modificações físicas do habitat e da hidrologia, além da introdução de espécies exóticas, têm alterado a estrutura das comunidades aquáticas, com possibilidade de redução local da biodiversidade.

Para o Estado de Minas, além do processo de eutrofização dos corpos d'água, duas atividades merecem atenção especial por interferir enormemente na dinâmica dos ambientes aquáticos e, conseqüentemente, sobre as comunidades que neles vivem: a construção de reservatórios e a extração de recursos minerais, setor gerador de importantes divisas para o Estado. No caso da construção de reservatórios, as alterações decorrentes da transformação de um ambiente lótico em lântico vêm sendo pesquisadas há algum tempo, e os impactos sobre a biota aquática são mais bem conhecidos, embora as estratégias de manejo ainda estejam voltadas para grupos específicos, como peixes (interesse econômico) e cianobactérias (potencial tóxico).

Na mineração, a água é utilizada em todas as etapas da cadeia produtiva, sendo por isso considerada insumo essencial. Uma série de substâncias tóxicas, decorrentes desta atividade, contamina os ambientes aquáticos, podendo se incorporar ao ciclo de vida dos organismos aquáticos (Ciminelli & Barbosa, 2008). Ainda segundo estes autores, mudanças na dinâmica hídrica e na qualidade física e química das águas podem ocorrer em áreas de nascentes e de recarga, com a retirada da cobertura vegetal para locação de infraestrutura, frentes de lavra, pilhas de estéril e construção de barragens de rejeitos. Na época das chuvas, grandes volumes de sólidos podem ser carreados para as calhas dos rios, interferindo na estrutura das comunidades aquáticas. O monitoramento da qualidade das águas é normalmente feito através de variáveis físicas e químicas e, à exceção dos macroinvertebrados aquáticos, que têm sido utilizados já há algum tempo como bioindicadores da saúde dos ecossistemas, não se conhece os efeitos dos efluentes resultantes das atividades de mineração sobre o restante da biota aquática.

Dentro desse contexto, áreas com intensa atividade de mineração e metalurgia (como, por exemplo, alto e médio rio Doce, rio São Francisco e Quadrilátero Ferrífero) são indicadas como prioritárias para o levantamento e a conservação da biodiversidade aquática.

Além das áreas citadas acima, foram indicadas, pela maioria dos participantes da pesquisa realizada, como áreas prioritárias para o levantamento e conservação da biodiversidade dos organismos aquáticos, as bacias dos rios Jequitinhonha, Mucuri, Pardo, inseridas no Bioma Caatinga, e rios Paranaíba e Grande, no Bioma Cerrado. O desmatamento abusivo para fins da expansão agrícola, a utilização indiscriminada de fertilizantes e agrotóxicos e a urbanização desorganizada de algumas áreas têm produzido alterações profundas nos ecossistemas aquáticos, o que justifica a indicação. Algumas áreas de vereda foram também indicadas como prioritárias, pois, além de apresentar ambientes com diversidade ainda pouco conhecida, têm sido bastante alteradas por processos erosivos, assoreamento, lixo, ocupação humana irregular, presença de animais domésticos e invasão de espécies vegetais. Duas áreas de veredas ainda conservadas, localizadas na Estação Ecológica do Panga e na RPPN do Clube de Caça e Pesca Itororó, próximas de Uberlândia (MG), vêm sendo estudadas por pesquisadores da Universidade Federal de Uberlândia sob diferentes aspectos. Entretanto, só recentemente a fauna de invertebrados destes ambientes foi inserida nas pesquisas realizadas. Segundo levantamento realizado no Banco de Teses e Dissertações da CAPES em 2007 por um dos participantes da referida pesquisa, não há relatos de trabalhos com macroinvertebrados de ambientes aquáticos associados a veredas.

Pesquisas sobre a biota aquática contemplada neste item normalmente são feitas apenas na região limnética de lagos ou na calha central dos rios. Entretanto, uma riqueza maior de espécies é esperada para a região litorânea, particularmente quando ocupada por macrófitas aquáticas, devido a maior heterogeneidade espacial e oferta de recursos alimentares. Margens de rios e lagos são regiões sujeitas a diferentes tipos de impacto, que certamente interferem sobre as comunidades.

## **Infraestrutura e Recursos Humanos**

Apenas 23 pesquisadores se cadastraram, embora o número de especialistas atuando no Estado com os grupos aqui abordados seja com certeza maior, já que alguns cursos de pós-graduação têm a Limnologia como uma de suas linhas de pesquisa, ou limnólogos em seu quadro docente, desenvolvendo projetos nesta área (UFMG; UFOP; UFLA, UNIFAL; UNILESTE; UNIMONTES). Os pesquisadores cadastrados estão associados a instituições de ensino (professores ou alunos



de mestrado e doutorado), centros de pesquisa e firmas de consultoria. Normalmente os pesquisadores que trabalham com estes três grupos, além da identificação dos organismos ao menor nível possível, abordam aspectos da ecologia dos grupos (densidade, riqueza, distribuição espacial, dinâmica) e seu uso como bioindicadores. São quase inexistentes os pesquisadores que se especializaram em apenas um táxon.

Coleções biológicas representam importante testemunho da biodiversidade de determinada área e registro da história dos ambientes. A comparação temporal destes registros pode revelar as conseqüências das alterações ocorridas em determinada área e, por outro lado, auxiliar na definição de políticas de manejo e recuperação dos ambientes. Além disso, podem ser usadas para fins educacionais, facilitando o aprendizado de iniciantes.

Os Laboratórios de Ecologia do Zooplâncton e de Limnologia do Departamento de Biologia Geral (ICB/UFMG) possuem coleção significativa de amostras de plâncton coletadas no Estado de Minas Gerais, em ambientes lênticos, lóticos e reservatórios das bacias dos rios: Doce, São Francisco, das Velhas, Grande, Jequitinhonha e Paranaíba. Esta coleção é continuamente enriquecida com amostras obtidas através do desenvolvimento de novos projetos de pesquisa. As amostras são mantidas em coleções úmidas (frascos com material preservado em solução de formol 4% neutralizado, no caso de zooplâncton, e lugol acético, para o fitoplâncton), etiquetados com dados sobre local, data e profundidade da coleta (para ambientes lênticos). O Laboratório de Ecologia de Bentos do mesmo Departamento possui uma coleção de referência de Macroinvertebrados Bentônicos com 16.500 registros, referentes a mais de 150.000 organismos, distribuídos em 25 classes/ordens, 77 famílias, 177 gêneros, coletados nas seguintes bacias hidrográficas: rios Doce (MG), São Francisco (MG) e Paraguai (MS e Paraguai); ecossistemas lacustres no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (RJ); rio Trombetas (PA) e rio Orthon (Bolívia). Nesta coleção, os organismos são acondicionados em tubos com álcool 70%, etiquetados (dados sobre a coleta) e numerados, colocados em potes de vidro numerados, e registrados no Livro de Tombos. Os vidros são depositados em armários protegidos da luz e do calor (França & Callisto, 2007). A coleção recebe eventuais doações de outros laboratórios.

O Laboratório de Hidrobiologia do Setor de Recursos da Água - CETEC/SAA (CHR – CETEC/SAA) mantém uma “Coleção Hidrobiológica de Referência” de cunho regional e que tem como objetivo

dar suporte às pesquisas e serviços em andamento no CETEC. Nesta coleção as amostras também são mantidas em coleções úmidas, e estão distribuídas em áreas temáticas: Cianobactérias e Ficoflora (2.521 amostras); Microinvertebrados Aquáticos (2.099 amostras) e Macroinvertebrados Aquáticos (1.398 amostras), totalizando 6.018 amostras, das quais 2.003 coletadas em ambientes lênticos e 4.012 em ambientes lóticos. Às amostras do acervo estão associadas fichas de coleta e fichas de laboratório com o registro dos dados e informações dos locais de amostragem e identificação taxonômica e quantificação dos espécimes. Como acervo complementar, incorpora pranchas ilustrativas de desenhos esquemáticos e fotos, itens multimeios em fitas de vídeo, além de lâminas permanentes de alguns dos táxons identificados. A coleção não conta com um curador e necessita de melhorias em sua infraestrutura. Até o presente, não possui exemplares adquiridos de/ou doados por outras instituições ou pessoas físicas.

## **Prioridades e Perspectivas**

Com relação aos grupos da comunidade de microinvertebrados, considera-se fundamental investir na formação de pessoal especializado para identificação de organismos de alguns grupos ainda pouco avaliados, como ciliados (Protistas), Harpacticoida (Copepoda) e as famílias Macrothricidae e Chydoridae (Cladocera). Esta necessidade também vale para o grupo dos macroinvertebrados, principalmente no que diz respeito à identificação de formas imaturas (larvas e pupas). Na maioria das vezes, a identificação neste grupo ainda permanece no nível genérico ou de subfamília. Também é necessário investir em pesquisas direcionadas ao aprimoramento e padronização de métodos de coleta, em particular para espécies de hábito perífítico e bentônico.

Programas institucionais que destinem verbas e estimulem a pesquisa envolvendo a taxonomia dos organismos aquáticos poderiam servir como incentivo à ampliação da formação de recursos humanos nesta área. Além disso, investimentos para melhoria da infraestrutura laboratorial, que requer equipamentos óticos de qualidade e custo relativamente elevado.

São necessários também programas especiais destinados à avaliação da biodiversidade em áreas ainda pouco exploradas, como veredas, áreas de mineração, lagoas marginais, além da exploração dos microinvertebrados associados ao sedimento.

Merece atenção especial o fato de várias coleções de água no Estado já abrigarem espécies invasoras/exóticas que estão, certamente, alterando significativamente a composição e distribuição em espécies destes ambientes, com perdas significativas da biodiversidade local/regional. Exemplos bem documentados mostram a invasão do mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*), do caramujo-africano (*Acathina fulica*), de microinvertebrados (*Kellicottia bostoniensis* e *Mesocyclops ogunnus*) e várias macrófitas aquáticas, com prejuízos ecológicos e econômicos consideráveis. Um exemplo recente é a constatação da perda de não menos que cinco espécies de peixes na Lagoa Carioca, Parque Estadual do Rio Doce, resultado direto da introdução de espécies exóticas como tucunaré, apaiari e piranha, dentre outros, conforme demonstrado pelo Relatório do Projeto PELD/UFMG (2007).

Programas que permitam o monitoramento e novos inventários da biodiversidade aquática no Estado são, portanto, uma prioridade, sob pena de novas espécies desaparecerem sem terem sido sequer registradas para a ciência.

## Referências Bibliográficas

- Agostinho, A.A., L.C. Gomes & H.J. Júlio Jr. 2003. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes, p.261-280. In: S.M. Thomaz & L.M. Bini (ed.). *Ecologia e Manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: EDUEM.
- Barrat-Segretain, M.H. 1996. Strategies of reproduction, dispersion, and competition in river plants: A review. *Vegetatio* 123:13-37.
- Barbosa, F.A.R., M. Callisto & N. Galdean. 2001. The diversity of benthic macroinvertebrates as an indicator of water quality and ecosystem health: a case study for Brazil. *Aquatic Ecosystem Health Management* 4(1):51-60.
- Bicudo, C.E. & G.L. Shepherd. 1998. *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. 2: fungos macroscópicos e plantas*. São Paulo: FAPESP. 79p.
- Bove, C.P. C.T. Philbrick & A.R. Novelo. 2006. A new species of *Cipioia* (Podostemaceae) from Minas Gerais, Brazil. *Systematic Botany* 31(4):822-825.
- Callisto, M. & P. Moreno. 2008. Programa de biomonitoramento de qualidade de água e biodiversidade bentônica na bacia do Rio das Velhas, p.107-121. In: A.H. Lisboa, E.M.A. Goulart & L.F.M. Diniz (org.). *Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio*. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy.
- Campos, M.C.S. Pesquisa para o desenvolvimento de ecotecnologias de prevenção e controle de *Limnoperna Fortunei* - Estudo de Caso: Reservatório Volta Grande. Belo Horizonte: CETEC, 2003. 57p. (Relatório).
- Ciminelli, V.S.T. & F.A.R. Barbosa. 2008. Água, indústria mineral, conservação do meio ambiente e biodiversidade. Uma compatibilização possível, p.39-64. In: F.A.R. Barbosa (org.). *Ângulos da Água. Desafios da Integração*. Belo Horizonte: UFMG.
- Costa, C.M.R., Herrmann, G.; Lins, L.V.; Martins, C.S. & Lamas, I.R. (eds.). 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para a sua Conservação*. 1ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 92pp.
- Cook, C.D.K. 1996. *Aquatic Plant Book*. Amsterdam/New York: SPB Academic Publishing. 229pp.
- Drummond, G. M.; Martins, C.S., A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini. (ed.). 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um*

- Atlas para sua Conservação*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 222p.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Eskinazi-Sant'Anna, E.M., P.M. Maia-Barbosa, S.L. Brito & A.C. Rietzler. 2005. Zooplankton Biodiversity of Minas Gerais State: a Preliminary Synthesis of Present Knowledge. *Acta Limnologica Brasiliensis* 17:199-218.
- França, J.S. & M. Callisto. 2007. Benthic macroinvertebrates collection: a tool for the knowledge of freshwater biodiversity. *Neotropical Biology and Conservation* 2(1):3-10.
- Gomes & M.B. Souza. 2008. *Guia das Tecamebas -Bacia do Rio Peruaçu - Subsídio para Conservação e Monitoramento da Bacia do Rio São Francisco*. Belo Horizonte: UFMG. 159 pp.
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM & Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. 2006. *Aperfeiçoamento do monitoramento da qualidade das águas da bacia do alto curso do Rio das Velhas*. Relatório. Belo Horizonte: IGAM. 160p.
- Junqueira, M.V. 1994. *Desenvolvimento de métodos e técnicas de bioindicadores de qualidade de água na bacia do alto rio das Velhas*. Relatório. Belo Horizonte: CETEC. 70p.
- Maia-Barbosa, P.M., R.S. Peixoto & A.S.Z. Guimarães. (no prelo). Zooplankton in littoral waters of a tropical lake: a revisited biodiversity. *Brazilian Journal of Biology*.
- Meerhoff, M., N. Mazzeo, B. Moss & L. Rodríguez-Gallego. 2003. The structuring role of free-floating versus submerged plants in a subtropical shallow lake. *Aquatic Ecology* 37:377-391.
- Meyer, S.T. 2005. *Plantas vasculares associadas às áreas úmidas na Cadeia do Espinhaço (MG)*. Tese de Doutorado. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. 93p.
- Moreno, P. & M. Callisto. 2004. Bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do Rio das Velhas, p.95-116. In: V.L. Ferracini, S.C.N. Queiroz & M.P. Silveira (ed.). *Bioindicadores de Qualidade da Água*. Jaguariuna: EMBRAPA.
- Pedralli, G. & M.C.B. Teixeira. 2003. Macrófitas aquáticas como agentes filtradores de materiais particulados, sedimentos e nutrientes, p.177-194. In: R. Henry (org.). *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. São Carlos: Rima.
- Pedralli, G. 2005. *Florística e conservação da biodiversidade de macrófitas aquáticas em sistemas lacustres da Cadeia do Espinhaço, MG*. Relatório. Belo Horizonte: CETEC. 2v.
- Philbrick, C.T., A. Novelo & B.E. Irgang. 2004. Two new genera of Podostemaceae from the state of Minas Gerais, Brazil. *Systematic Botany* 29(1):109-117.
- Pompêo, M.L. & V. Moschini-Carlos. 2003. *Macrófitas aquáticas e perifiton – Aspectos ecológicos e metodológicos*. São Carlos. Rima. 124p.
- PELD/UFMG. 2000 a 2007. *Dinâmica Biológica e a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica do Médio Rio Doce – MG Site 4. Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração*. Relatórios. Belo Horizonte. UFMG.
- Rocha, C.E.F. & S. Sendacz. 1996. Diversity of Copepoda and Cladocera in the Continental Waters of Brazil, p.145-156. In: C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes (ed.). *Biodiversity in Brazil. a first approach*. São Paulo: CNPQ.
- Rocha, O. & A. Güntzel. 1998. Relações entre a comunidade zooplânctônica e as condições tróficas da lagoa Caconde, Osório, RS, Brasil. *Iheringia* 84:65-71.
- Rocha, O. 2006. Organismos de Águas Doces. p.15-52. In: *Avaliação do Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira*. Volume II. Brasília: MMA. 249pp.
- Sculthorpe, C.D. 1967. *The biology of aquatic vascular plants*. New York: St. Martins Press. 160p.
- Thomaz, S.M. & L.M. Bini. 2003. Análise crítica dos estudos sobre macrófitas aquáticas desenvolvidos no Brasil, p.19-38. In: S.M. Thomaz & L.M. Bini (ed.). *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: EDUEM.

# Análise do Banco de Dados

da área temática “Diversidade de Organismos Aquáticos”

## Perfil dos Pesquisadores Cadastrados

Um total de 23 pesquisadores da área temática “Diversidade de Organismos Aquáticos” se cadastraram no Banco de Dados do projeto de estruturação do Biotá Minas. Destes, cerca de 57% reportaram desenvolver pesquisa em 20 áreas/subáreas do conhecimento (Quadro 1), segundo a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com destaque para as linhas de Ecologia de Ecossistemas (9), Ecologia e Ecologia Aplicada (5) e Taxonomia dos Grupos Recentes e Ciências Biológicas (3).

**Quadro 1.** Resultado da pesquisa sobre as principais linhas de pesquisa desenvolvidas pelos pesquisadores da área “Diversidade de Organismos Aquáticos”.

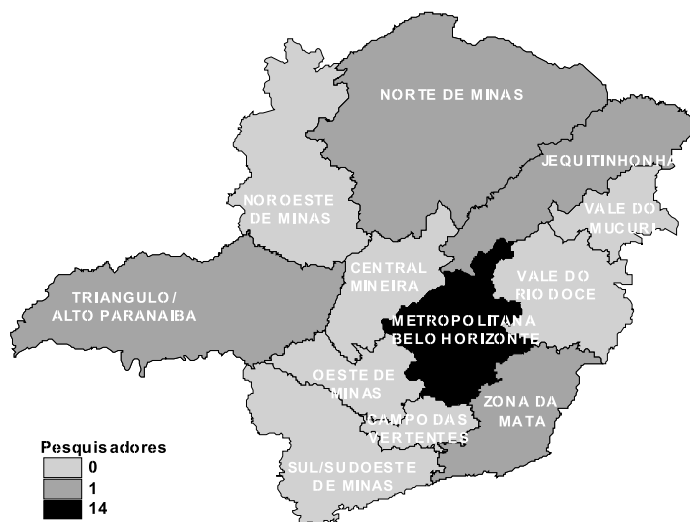
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Ecologia de Ecossistemas	9
Ecologia, Ecologia Aplicada	5
Taxonomia dos Grupos Recentes	3
Ciências Biológicas	3
Conservação das Espécies Animais	2

continua >

continuação

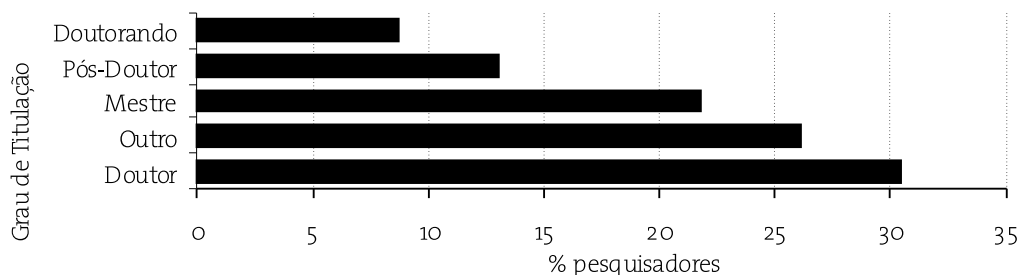
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Botânica; Botânica Aplicada; Controle Populacional de Animais; Ecologia Aplicada a Engenharia Sanitária; Biologia Geral; Métodos e Técnicas de Ensino; Zoologia Aplicada; Morfologia dos Grupos Recentes; Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos; Qualidade do Ar das Águas e do Solo; Taxonomia de Criptógamos; Taxonomia de Fanerógamos; Zoologia; Ecologia Teórica	1

No que diz respeito à distribuição locacional dos pesquisadores no Estado de Minas Gerais (Figura 1), considerando as mesorregiões de planejamento do IBGE, a grande maioria dos pesquisadores que responderam à consulta possui vínculo com instituições localizadas na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (14 pesquisadores), seguida das mesorregiões Zona da Mata, Jequitinhonha, Triângulo/Alto Paranaíba e Norte de Minas, com um pesquisador cadastrado para cada uma das regiões. Para as demais mesorregiões, não houve pesquisadores cadastrados.



**Figura 1.** Distribuição locacional dos pesquisadores segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE, para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N=18).

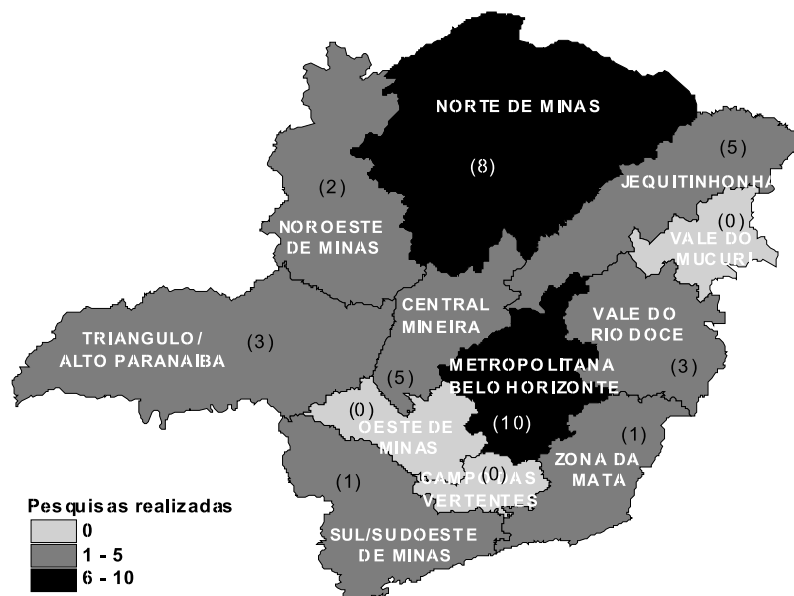
Quanto à titulação dos pesquisadores que se cadastraram na consulta (Figura 2), 30% apresentaram grau de Doutor e 22% de Mestre. Os doutorandos representaram 9%, enquanto 26% dos pesquisadores cadastrados indicaram a opção “outro” para os certificados de formação obtidos.



**Figura 2.** Grau de titulação dos pesquisadores cadastrados para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N=23).

## Pesquisas desenvolvidas e lacunas existentes

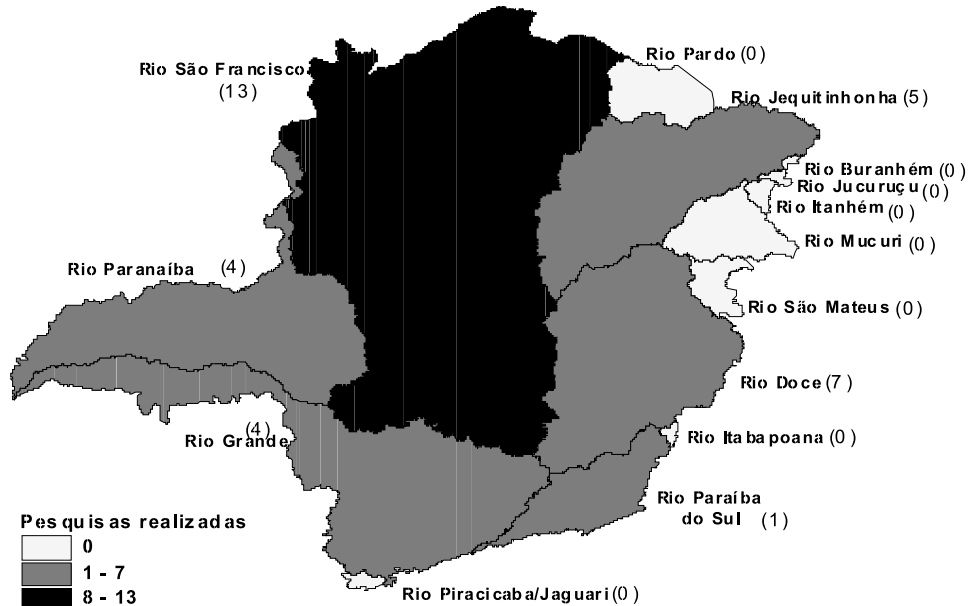
Ao todo, foram cadastradas 48 pesquisas desenvolvidas no Estado de Minas Gerais envolvendo o tema Diversidade de Organismos Aquáticos. Destas, 10 pesquisas relacionam-se à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 3). Do restante, destacam-se ainda as mesorregiões Norte de Minas (8), Jequitinhonha (5) e Central Mineira (5). Para as mesorregiões Campo das Vertentes, Vale do Mucuri e Oeste de Minas não houve cadastro de pesquisas. Relacionando-se a distribuição das pesquisas às bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Figura 4), dentre as pesquisas que apontaram sua localização com base nesta unidade de planejamento territorial, sendo a maior parte realizada nas bacias dos rios São Francisco (13), Doce (7), Jequitinhonha (5), Grande (4), Paranaíba (4) e Paraíba do Sul (1).



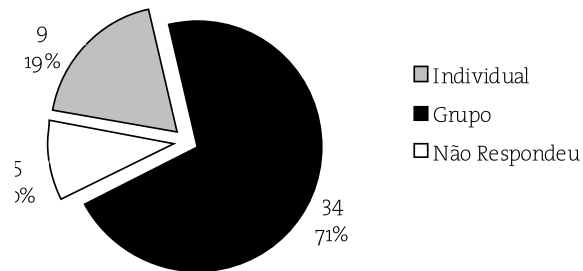
**Figura 3.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por mesorregião do IBGE, para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N=38).

Quanto ao grau de participação nas pesquisas, se individual ou em grupo, a maioria das respostas foi para pesquisas realizadas em grupo (71%), enquanto que apenas 19% do total foram desenvolvidas individualmente (Figura 5).



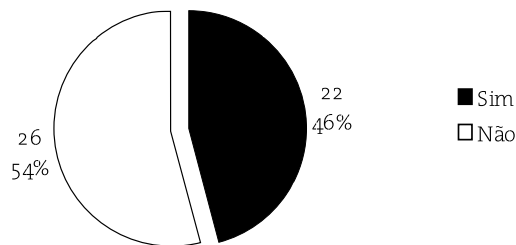


**Figura 4.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por bacia hidrográfica do Estado de Minas Gerais, para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 34).

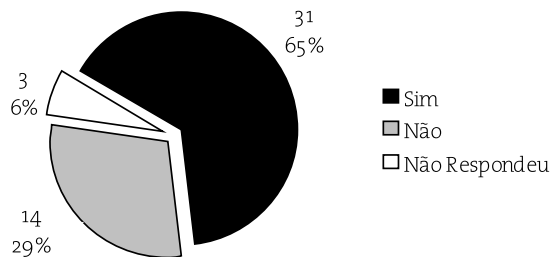


**Figura 5.** Grau de participação das pesquisas (número e porcentagem), da área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 48).

Sobre o desenvolvimento das pesquisas nas Unidades de Conservação do Estado, de acordo com a Consulta Ampla, 46% das pesquisas já realizadas foram desenvolvidas em Unidades de Conservação (Figura 6) e, em 65% delas, o material testemunho foi depositado em coleções (Figura 7), cerca de 87% em coleções mineiras.

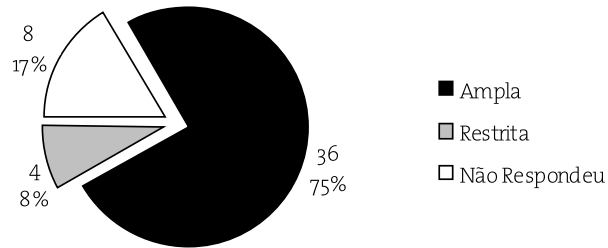


**Figura 6.** Número e porcentagem de pesquisas realizadas em Unidades de Conservação (número e porcentagem), da área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 48).

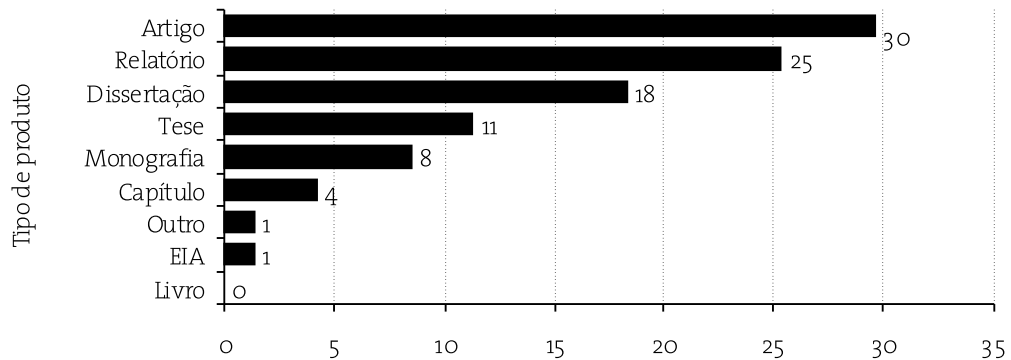


**Figura 7.** Número e porcentagem de pesquisas da área temática Diversidade de Organismos Aquáticos, com material biológico depositado em coleções (N = 48).

Com relação à acessibilidade aos resultados das pesquisas, 75% das pesquisas se enquadraram na categoria de amplo acesso e apenas 4% têm acesso restrito (Figura 8). Os produtos gerados pelas pesquisas (Figura 9) encontram-se, em especial, no formato de Artigo Científico (30%), seguido de Relatório técnico (25%), Dissertação (18%), Tese (11%) e Monografia (8%).

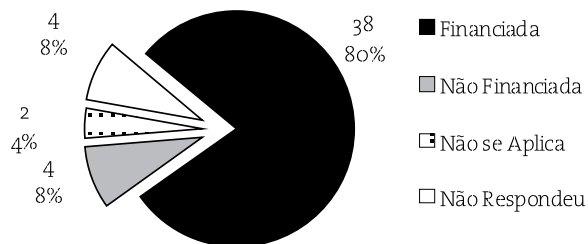


**Figura 8.** Nível de acessibilidade aos resultados das pesquisas da área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 48).



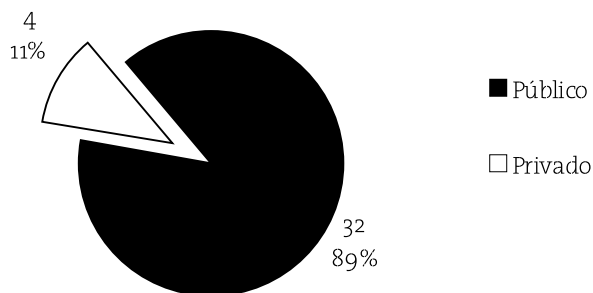
**Figura 9.** Modalidades de produtos resultantes das pesquisas da área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 71).

Sobre o item “Financiamento” (Figura 10), grande parte das pesquisas cadastradas (80%) tiveram aporte de financiamento, enquanto que apenas 8% não tiveram apoio financeiro.



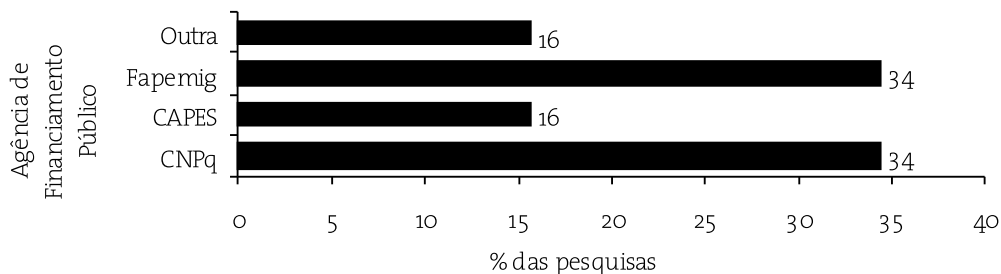
**Figura 10.** Número e Percentagem de pesquisas com ou sem aporte de financiamento, para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 48).

Das pesquisas financiadas (Figura 11), 89% dos financiamentos foram oriundos de instituições públicas, enquanto que 11% das pesquisas foram financiadas por fontes privadas.



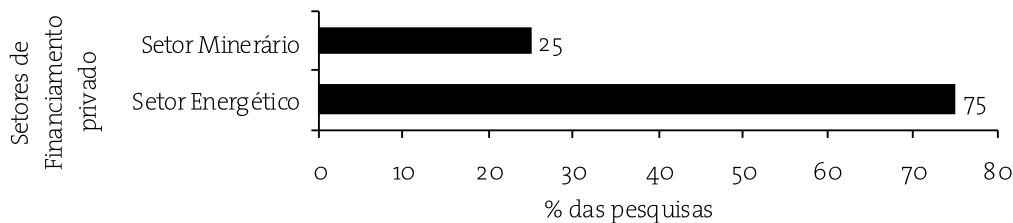
**Figura 11.** Número e Percentagem das pesquisas financiadas, segundo a origem do financiamento, para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 36).

Dos financiamentos públicos, 53% foram de instituições públicas em âmbito nacional, CNPq (30%) e CAPES (23%), enquanto que 25% das pesquisas foram financiadas pela FAPEMIG, da esfera estadual. A opção “outra” foi assinalada para 22% das pesquisas com aporte de financiamento do setor público (Figura 12).



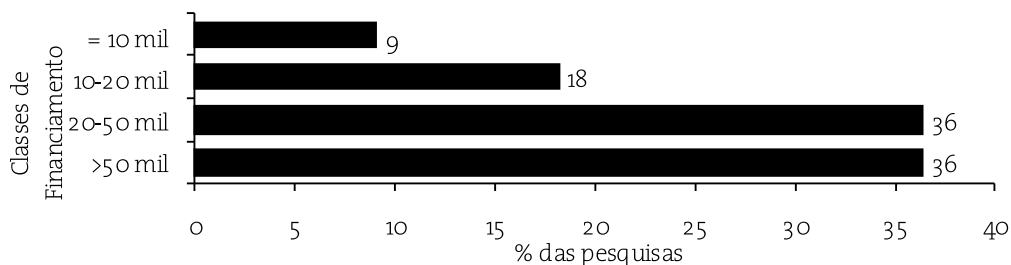
**Figura 12.** Percentagem de pesquisas financiadas por instituições públicas, para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 32).

Em relação aos financiamentos aportados por setores privados da economia (Figura 13), a maior porcentagem das pesquisas (41%) foi para o setor Energético, seguido do setor Minerário (17%) e Terceiro Setor (14%). A opção “outra”, que significa que o financiamento foi de origem distinta dentre os setores listados no questionário, foi mencionada para 26% das pesquisas.



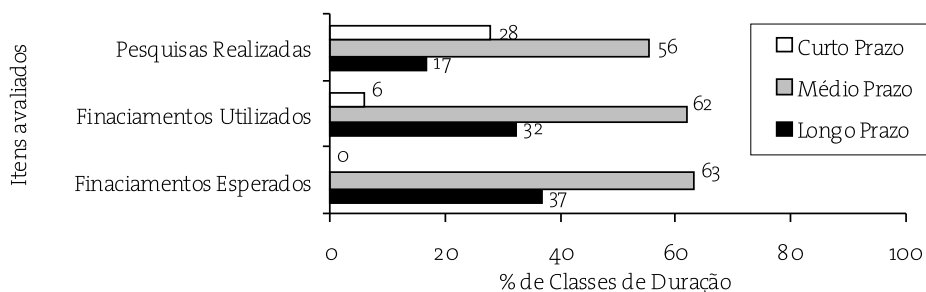
**Figura 13.** Percentagem de pesquisas financiadas pelo setor privado, para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 4).

No que diz respeito aos valores dos financiamentos recebidos, dentre os projetos que reportaram a informação, 36% das pesquisas receberam financiamentos na classe de valores acima de 50 mil reais e na classe de 20 a 50 mil reais; 18% das pesquisas contaram com financiamentos de 10 a 20 mil reais e 9% receberam recursos na classe de 10 mil reais (Figura 14).



**Figura 14.** Percentagem de pesquisas com aporte de financiamento, segundo classes de valores, para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 22).

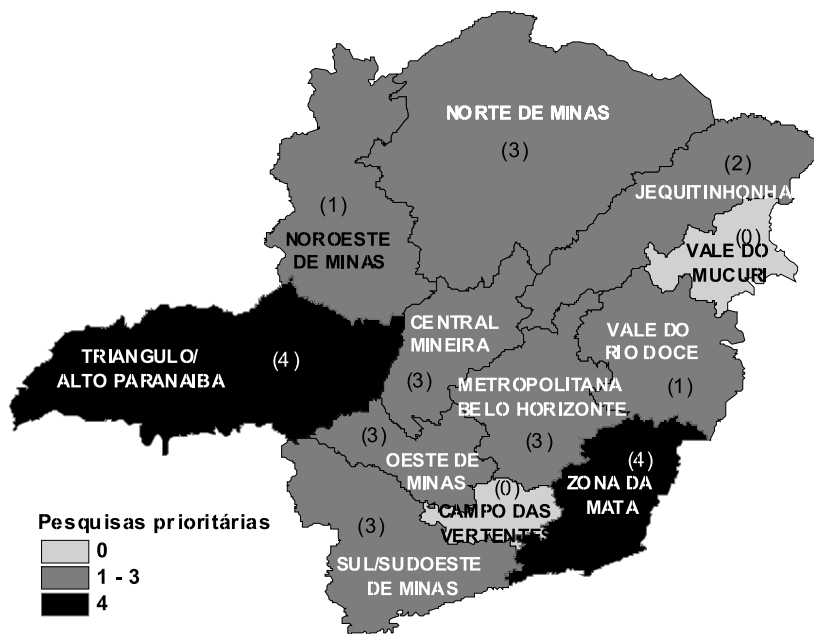
Considerando a informação sobre a duração das pesquisas realizadas, 28% foram realizadas em curto prazo, 56% em médio prazo e 17% em longo prazo (Figura 15). Quanto às pesquisas com financiamentos reportados, 62% foram de médio prazo, seguidas das de longo prazo (32) e de curto prazo (6%). Por outro lado, com relação à duração dos financiamentos esperados no futuro, 63% das respostas foram para a classe de médio prazo e 37% para longo prazo.



**Figura 15.** Percentagem do tempo de duração de pesquisas realizadas (N = 36), financiamentos utilizados (N = 34) e financiamentos esperados (N = 19), da área temática Diversidade de Organismos Aquáticos. Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos e Longo Prazo = acima de 3 anos.

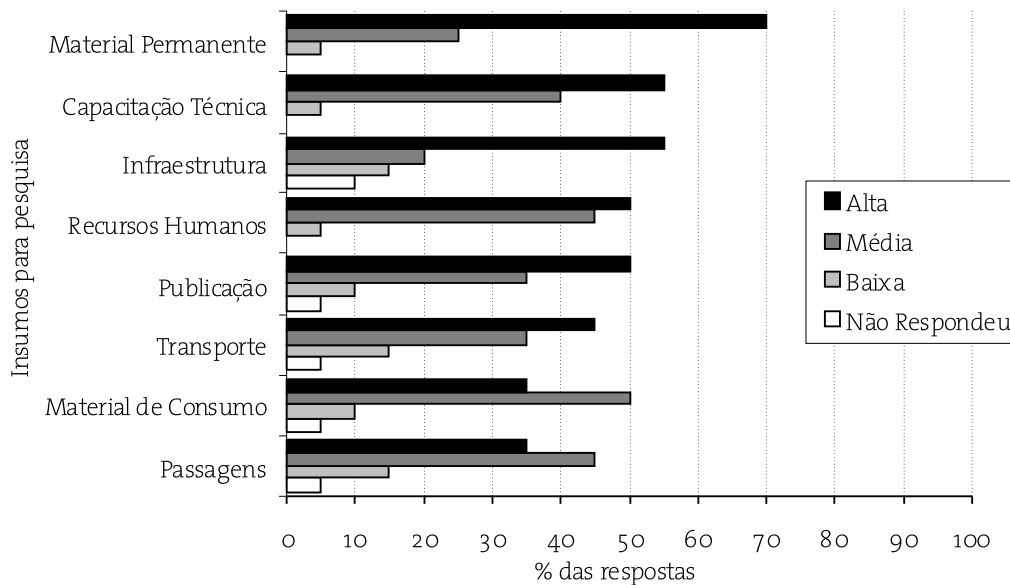
## Pesquisas e recursos prioritários

Os pesquisadores cadastrados no Banco de Dados indicaram um total de 27 pesquisas prioritárias para o Estado, distribuídas segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (Figura 16). As mesorregiões da Zona da Mata e Triângulo/Alto Paranaíba receberam cada uma quatro indicações, seguidas das mesorregiões Metropolitana de Belo Horizonte, Norte de Minas, Central Mineira, Oeste de Minas e Sul/Sudoeste de Minas, com três indicações cada uma. As mesorregiões Vale do Mucuri e Campo das Vertentes não receberam indicações.



**Figura 16.** Distribuição geográfica das pesquisas prioritárias em Minas Gerais segundo mesorregiões do IBGE, para a área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 27).

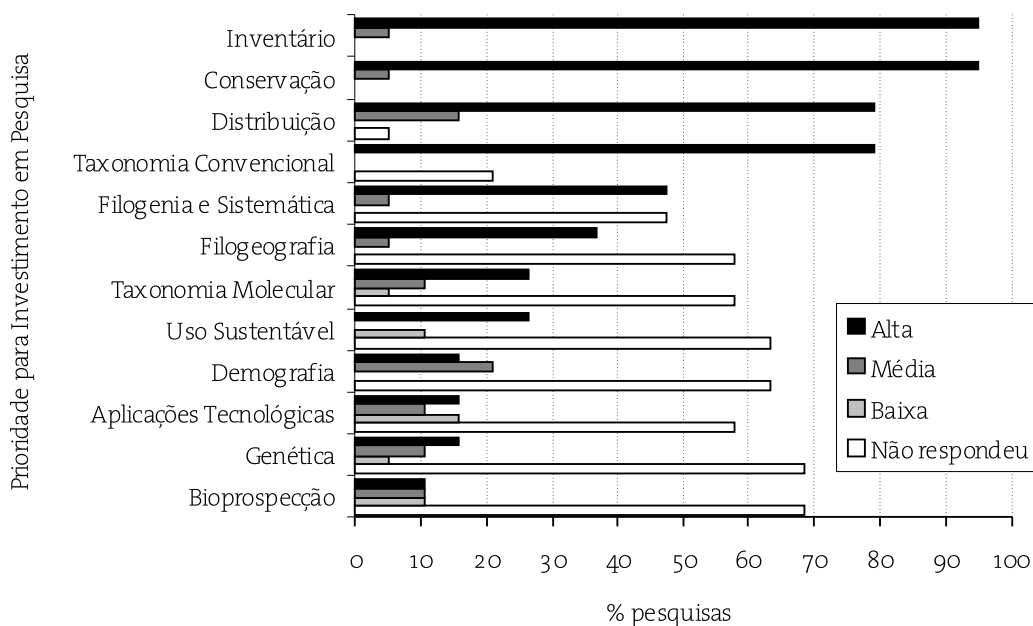
Sobre o grau de prioridade atual dos financiamentos em relação aos insumos necessários à execução das pesquisas prioritárias para a área temática (Figura 17), os itens Material Permanente (70%), Capacitação Técnica e Infraestrutura (55%), Recursos Humanos e Publicação (50%) foram os mais indicados como de alta prioridade.



**Figura 17.** Grau de prioridade atual dos financiamentos relativos aos insumos necessários à execução de pesquisas da área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 20).



Dentre as pesquisas indicadas como prioritárias (Figura 18), destacaram-se como de **alta prioridade** para financiamento aquelas nas linhas de Inventário e Conservação (95%), Distribuição e Taxonomia Convencional, com 79%. Destacaram-se também as linhas de Filogenia e Sistemática (47%) e Filogeografia, com 37%.



**Figura 18.** Grau de prioridade de investimentos de recursos, segundo linhas de pesquisa da área temática Diversidade de Organismos Aquáticos (N = 19).



# Diversidade de Invertebrados Terrestres

Fernando A. Silveira<sup>1</sup>

Adalberto J. Santos<sup>1</sup>

Teofânia H.D.A. Vidigal<sup>1</sup>

Angelo B.M. Machado<sup>1</sup>

Henrique Paprocki<sup>2</sup>

Fernando Z. Vaz-de-Mello<sup>3</sup>

Everardo J. Grossi<sup>4</sup>

Rodrigo L. Ferreira<sup>5</sup>

Alice F. Kumagai<sup>1</sup>

Nilson G. Fonseca<sup>4</sup>

Flávio S. Castro<sup>4</sup>

Alexandre B. Gontijo<sup>4</sup>

Reuber L. Antoniazzi-Júnior<sup>4</sup>

Sérvio P. Ribeiro<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

<sup>3</sup> Universidade Federal de Mato Grosso

<sup>4</sup> Pesquisador Autônomo

<sup>5</sup> Universidade Federal de Lavras

<sup>6</sup> Universidade Federal de Ouro Preto

## Estado do Conhecimento

Os invertebrados constituem um agrupamento artificial de inúmeras linhagens evolutivas, entre as quais se encontram os grupos mais diversificados da biota local, regional e mundial. Entre esses grupos, podemos destacar os artrópodes (aracnídeos, crustáceos e insetos, por exemplo), moluscos e anelídeos. Até o momento, mais de 1,2 milhões de espécies de invertebrados foram descritas em todo o planeta, o que representa mais de 70% de toda a biodiversidade conhecida, incluindo os microrganismos e as plantas (Lewinsohn & Prado, 2002). As estimativas destes mesmos autores sugerem que no Brasil, as 107–145 mil espécies conhecidas de invertebrados representem pouco mais de 60% de toda a biota nacional conhecida. No entanto, a fauna brasileira de insetos, sozinha, provavelmente reúna mais (talvez muito mais) de um milhão de espécies (Lewinsohn & Prado, 2002).

Existem apenas estimativas do número conhecido e do total de espécies de alguns grupos de invertebrados para Minas Gerais. Para a maioria dos grupos, entretanto, falta informação. A Tabela 1 mostra os poucos dados conhecidos e, principalmente, evidencia as enormes lacunas de conhecimento existentes sobre os invertebrados no Estado. Para os outros grupos, supõe-se que a diversidade seja alta, devido à heterogeneidade ambiental do Estado, com seus vários domínios fitogeográficos, ampla variação altitudinal e inúmeras bacias hidrográficas.

Apesar de as primeiras espécies de invertebrados com ocorrência em Minas Gerais (principalmente insetos) terem sido descritas ainda por Lineu, em 1758, o conhecimento da fauna do Estado só começou a se intensificar após 1808, com a abertura dos portos brasileiros a outras nações européias pela coroa portuguesa. A partir de então, inúmeras expedições lideradas por naturalistas proeminentes foram enviadas ao território brasileiro pelos principais países europeus (Levi, 1964; Silveira *et al.*, 2006). Durante essas expedições, espécimes de vários grupos taxonômicos, inclusive invertebrados, foram enviados para os principais museus do mundo, onde foram descritos e depositados como tipos de suas espécies. Papavero (1971) lista 20 naturalistas que visitaram Minas Gerais no século XIX e coletaram invertebrados, especialmente insetos. Entre estes destacam-se Spix & Martius (1818), Saint-Hilaire (1819), Langsdorff (1824), Castelnau (1843), Reinhardt (1847), Burmeister (1851) e Gounelle (1885). Durante esse período, inúmeros coletores brasileiros e estrangeiros radicados no Brasil também enviaram exemplares de invertebrados para os grandes museus internacionais. Dentre eles, Claussen e Lund, em 1833, fixaram residência

em Minas Gerais e enviaram espécimes de invertebrados para a Europa. Portanto, os primeiros estudos taxonômicos realizados sobre invertebrados no Brasil, incluindo Minas Gerais, se devem a pesquisadores estrangeiros estabelecidos no país e remontam ao final do século XIX. Foi somente a partir da primeira metade do século XX que despontaram os primeiros grandes taxonomistas brasileiros, como Cândido F. de Mello-Leitão (Arachnida, Museu Nacional do Rio de Janeiro), o casal Benedito A.M. Soares e Hélia H.M. Soares (ambos no Estado de São Paulo, Arachnida). Cincinnato R. Gonçalves (Rio de Janeiro, Formicidae) e o Pe. Jesús S. Moure (Museu Paulista, posteriormente Museu Paranaense e, finalmente, UFPR, Apoidea).

**Tabela 1.** Estimativas dos números de espécies conhecidas (C) e total de espécies existentes (T) de alguns grupos de invertebrados no Mundo, Brasil e Minas Gerais. Dados sem indicação de fonte foram extraídos de Lewinsohn & Prado (2002).

TÁXONS	NÚMERO DE ESPÉCIES					
	MUNDO		BRASIL		MG	
	C	T	C	T	C	T
<b>INVERTEBRADOS</b>	1.261.500	–	126.000	–	37.000 <sup>1</sup>	>400.000 <sup>1</sup>
<b>PLATYHELMINTHES</b>						
<b>TRICLADITA</b>						
<b>Terricola</b> <sup>2</sup>	808-822	–	166	–	11	–
<b>ANNELIDA</b>						
<b>OLIGOCHAETA</b> <sup>3</sup>	3.500-4.000	–	~300	–	32	–
<b>MOLLUSCA</b>				–		
<b>GASTROPODA</b>				–		
<b>Dulciaquícolos</b> <sup>4</sup>	5.000	–	187	–	22	–
<b>Terrestres</b> <sup>4</sup>	30.000	–	675	–	75	–
<b>BIVALVIA</b> <sup>4,5</sup>	–	–	73	–	10	–
<b>ARTHROPODA</b>						
<b>ARACHNIDA</b>						
<b>Araneae</b> <sup>6</sup>	40.024	90.000	3.255	–	378	–
<b>Scorpiones</b> <sup>6</sup>	1.500	–	94	–	12	–

continua >

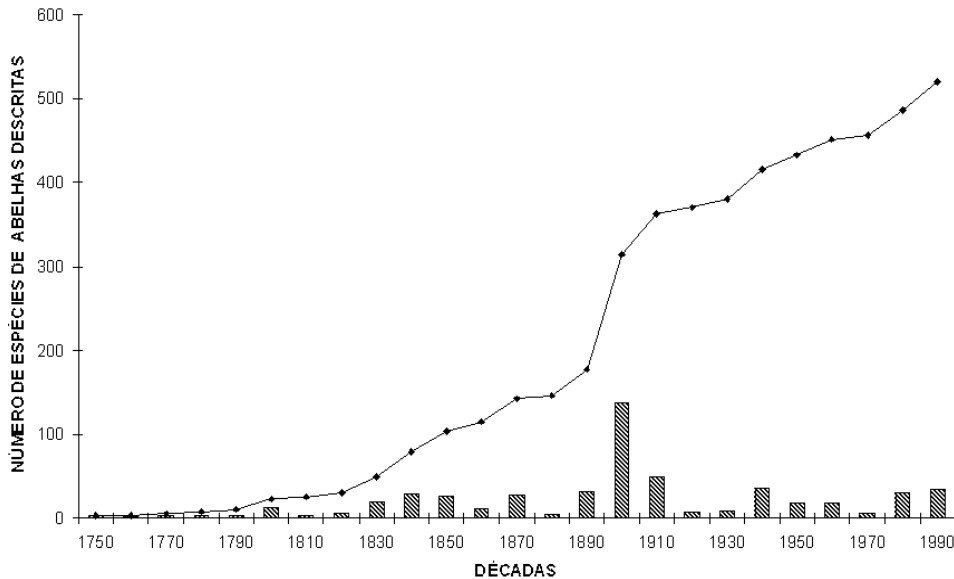
continuação

TÁXONS	NÚMERO DE ESPÉCIES					
	MUNDO		BRASIL		MG	
	C	T	C	T	C	T
<b>Opiliones</b> <sup>6</sup>	6.401	–	955	–	91	–
<b>HEXAPODA</b>	950.000	8.000.000	108.500	1.100.000	–	–
<b>Collembola</b> <sup>7</sup>	7.500	–	199	–	10	–
<b>Coleoptera</b>						
Scarabaeinae <sup>8</sup>	7.000	–	648	1.200	182	–
<b>Hemiptera</b> <sup>9</sup>						
Gerromorpha	–	–	–	–	46	–
Nepomorpha	–	–	–	–	67	–
<b>Hymenoptera</b>						
Apoidea	17.000 <sup>10</sup>	30.000 <sup>10</sup>	1.678 <sup>11</sup>	>3.000 <sup>12</sup>	520 <sup>1</sup>	1.000 <sup>12</sup>
Chalcidoidea <sup>13</sup>	–	–	–	–	21	–
Cynipoidea <sup>13</sup>	–	–	–	–	1	–
Evanoidea <sup>13</sup>	–	–	–	–	6	–
Formicidae	12.380 <sup>14,15</sup>	–	2.000 <sup>16</sup>	–	229 <sup>14</sup>	–
Ichneumonoidea <sup>13</sup>	–	60.000 <sup>17</sup>	–	–	67 <sup>18</sup>	2.000 <sup>17</sup>
Platygastroidea <sup>13</sup>	–	–	–	–	1	–
Proctotrupeoidea <sup>13</sup>	–	–	–	–	1	–
<b>Lepidóptera</b>						
Borboletas <sup>19</sup>	19.000	–	3.300	–	>1.600	–
<b>Odonata</b>	5.680 <sup>20</sup>	–	738 <sup>21</sup>	–	218 <sup>22</sup>	–
<b>Trichoptera</b> <sup>23</sup>	11.000	–	378	–	101	–

<sup>1</sup>Silveira *et al.* (2006); <sup>2</sup>Sluys (1998, 1999), Winsor *et al.* (1998), Ogren & Kawakatsu (1998); <sup>3</sup>Righi (1998); <sup>4</sup>Simone (1999a,b,c, 2006), Oliveira & Almeida (2000), Pena *et al.* (2005), exceto espécies introduzidas; <sup>5</sup>Somente famílias de água doce; <sup>6</sup>Kury (2003), Platnick (2008), Lourenço (2002), A.D. Brescovit, A.B. Kury (com. pess.); <sup>7</sup>Bellinger *et al.* (1996–2008), Culik & Zepellini-Filho (1993); <sup>8</sup>Vaz-de-Mello (2000); <sup>9</sup>Nieser & Melo (1997); <sup>10</sup>Michener (2000); <sup>11</sup>Melo (2007); <sup>12</sup>Silveira *et al.* (2002); <sup>13</sup>Townes & Townes (1966), De Santis (1980); <sup>14</sup>Bolton (2003); <sup>15</sup>Agosti & Johnson (2005); <sup>16</sup>Brandão (1991); <sup>17</sup>Townes (1969); <sup>18</sup>Kumagai (2002); <sup>19</sup>Casagrande *et al.* (1998); <sup>20</sup>Kalkman *et al.* (2008); <sup>21</sup>Costa & Oldrini (2008); <sup>22</sup>Machado (1998); <sup>23</sup>Paprocki *et al.* (2004).

Não há dados sobre a evolução do conhecimento taxonômico para a maioria dos grupos de invertebrados. Entretanto, os dados compilados por Silveira *et al.* (2006) para as abelhas devem ser representativos dos demais grupos. A Figura 1 mostra que um número muito pequeno das

espécies com ocorrência conhecida em Minas Gerais foi descrito até a década de 1820, a partir de quando cresceu rapidamente, tendo mais que dobrado entre as décadas de 1890 e 1910. Ao longo do século XX, houve novo declínio do número de espécies descritas, que atingiu um mínimo na década de 1970. Desde então, o número de novas espécies descritas vem crescendo lentamente. Silveira *et al.* (2006) estimaram que cerca de 70 espécies de invertebrados terrestres e de água doce com ocorrência em Minas Gerais estão sendo descritas anualmente. Esta taxa de descrição de espécies é dez vezes menor que a média mundial (veja Martín-Piera, 2000). Um dos principais objetivos do Programa Biota Minas será fomentar o aumento desse ritmo para que se possa ter conhecimento da magnitude da fauna de invertebrados de Minas Gerais dentro de um período de tempo razoável.



**Figura 1.** Número de espécies da fauna de abelhas de Minas Gerais descritas por década (barras) e número cumulativo de espécies descritas (linha) [segundo Silveira *et al.*, 2006].

É importante destacar que, para todos os grupos de invertebrados, com exceção, talvez, de Odonata, Scarabaeinae (Coleoptera) e alguns moluscos, a maioria do conhecimento taxonômico relativo à fauna mineira tem sido produzida por pesquisadores de outros Estados. Silveira *et al.* (2006) estimaram que pesquisadores sediados em instituições mineiras foram autores ou coautores das descrições de apenas cerca de 8% das espécies novas de invertebrados registradas em Minas Gerais no período entre 2000 e 2005. No mesmo período, pesquisadores paranaenses foram responsáveis por 31%, os paulistas por 26%, gaúchos por 8% e fluminenses por 5% dos invertebrados novos registrados em Minas Gerais. Isto se deve ao fato de que há pouquíssimas coleções e taxonomistas sediados nas instituições mineiras de pesquisa e ensino superior.

Pouco tem sido escrito sobre padrões de distribuição geográfica de invertebrados em Minas Gerais. Em grande parte, isto se deve ao número reduzido de exemplares coletados e depositados nas coleções estaduais, de modo que, para os invertebrados como um todo, são necessários mais estudos para diferenciar com segurança os casos de endemismo daqueles de deficiência de coletas. Estudos sobre a história biogeográfica da região neotropical, realizados com base em hipóteses filogenéticas de abelhas (Camargo, 1996; Camargo & Moure, 1996; Camargo & Pedro, 2003) e moscas e macacos (Amorim & Pires, 1996), sugerem que o território mineiro inclui parte de dois grandes componentes biogeográficos. O primeiro deles estende-se do sul até o nordeste do Estado (chamado de componente Atlântico – Atl – por Camargo, 1996), e o outro se estende pelas regiões do Triângulo e Sudoeste mineiros, até a região Norte de Minas (chamado componente Sudeste Amazônico – SEAm – por Camargo, 1996). A fronteira entre esses dois componentes estaria localizada a leste da calha do rio São Francisco. Interessantemente, elementos amazônicos da fauna brasileira de abelhas encontram os limites meridionais de sua distribuição na faixa que se estende do Triângulo Mineiro até o extremo noroeste do Estado (e.g. Nemésio & Silveira, 2006a) o que coincidiria com os limites do componente SEAm. Por outro lado, na faixa leste do Estado, especialmente nos remanescentes florestais do vale do rio Doce, outras espécies amazônicas de abelhas, ou suas espécies irmãs, são encontradas (e.g., Nemésio, 2008). Este segundo grupo de espécies talvez seja remanescente de épocas pretéritas, quando a Mata Atlântica e a Amazônia mantinham contato.

Silveira & Cure (1993), por outro lado, sugerem a existência de quatro padrões de distribuição geográfica para as abelhas no Estado de Minas Gerais: a) abelhas amplamente distribuídas,



independente da altitude; b) espécies amplamente distribuídas, porém restritas a altitudes inferiores a 1.000–1.300 m; c) espécies endêmicas das áreas de altitude do Sudeste (algumas delas associadas a florestas ombrófilas e outras a Campos Rupestres e/ou de Altitude); e d) espécies amplamente distribuídas nas regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, independente da altitude, e restritas, na região Sudeste do Brasil, às áreas de elevada altitude (acima de 1.300 m). Estas últimas espécies parecem estar representadas em Minas Gerais por populações relictuais que ficaram contidas nessas áreas de altitude, mais frias, após o término dos últimos eventos de glaciação do Pleistoceno.

Os insetos da ordem Trichoptera também são relativamente abundantes e diversos em Minas Gerais, que é o segundo Estado com maior número de registros da ordem (101), depois do Amazonas (109). Apesar do número de espécies registrado para o Estado, a fauna de Trichoptera de Minas Gerais é ainda pouco conhecida, já que a área amostrada ainda é pequena. Por exemplo, um único inventário empreendido em Minas Gerais por uma equipe da University of Minnesota, entre 1999 e 2003, resultou em 69 novos registros para o Estado (Blahnik, *et al.*, 2004). Embora existam poucas informações para estudos biogeográficos, algumas espécies aparentemente apresentam distribuição relictual, principalmente relacionada a altitudes elevadas. Um exemplo é *Antarctoezia brasiliensis*, única espécie da família Limnephilidae registrada no Brasil, que habita riachos do sul de Minas, na cadeia da Mantiqueira (Huamantincó & Nessimian, 2003).

Enquanto muitas aranhas apresentam áreas de distribuição amplas, muitos escorpiões e opiliões apresentam distribuição restrita (Lourenço, 2002; Pinto-da-Rocha *et al.*, 2005). Por exemplo, os opiliões *Iandumoema uai* e *Spaeleoleptes spaeleusa* são conhecidos apenas de Minas Gerais. Ambos são cavernícolas, com distribuição extremamente restrita e estão incluídos na lista vermelha das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (Machado & Brescovit, 2005). Estes opiliões são parte de uma extensa fauna de invertebrados troglóbios de Minas Gerais. O Estado inclui extensas áreas cársticas, contendo grande diversidade de invertebrados endêmicos e, por isso mesmo, ameaçados de extinção (veja Ferreira, neste volume). Estudos em andamento em Minas Gerais têm revelado uma quantidade impressionante de espécies não descritas de diferentes grupos de invertebrados.

Apesar de representarem no mínimo 60% das espécies da fauna mineira, os invertebrados constituem apenas 18% das espécies consideradas ameaçadas no Estado (Drummond, *et al.*, 2008).

Esta desproporção não indica que os invertebrados sejam menos sensíveis aos fatores de ameaça que outros grupos animais, apenas reflete a falta de material de estudo e de conhecimento taxonômico sobre eles. Prova disto é que a grande maioria das espécies incluídas na lista estadual da fauna ameaçada (Tabela 2) encontra-se justamente entre os grupos regionalmente mais bem estudados (borboletas, libélulas e abelhas). Neste contexto, é importante notar que o número de espécies de invertebrados ameaçadas em Minas Gerais cresceu de 31, em 1998, para 51 em 2008 (Tabela 2), refletindo, novamente, não o aumento dos fatores de risco, mas, apenas, o acúmulo de conhecimentos sobre elas neste intervalo.

Há centenas de espécies exóticas de invertebrados no território mineiro, muitas delas invasoras e importantes do ponto de vista econômico e de saúde pública. Entre essas, temos espécies fitófagas, granívoras, nectarívoras, detritívoras, micetófagas e predadoras. A maioria delas é de insetos pragas de plantas cultivadas, como o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*), ou de grãos armazenados. Importantes vetores de doenças, como os mosquitos *Aedes aegypti* e *A. albopictus*, ambos transmissores da dengue e da febre amarela, também são espécies introduzidas.

Entre as três espécies de abelhas introduzidas no Brasil e que ocorrem em Minas Gerais (Silveira *et al.*, 2002), uma se tornou dominante em todas as comunidades do Estado, naturais ou antrópicas, a *Apis mellifera* (abelha melífera, europeia ou africanizada), introduzida da Europa e da África para a produção comercial de mel.

Entre os moluscos, há vários registros de danos ambientais e à saúde pública provocados por espécies exóticas de gastrópodes e bivalves. Por exemplo, *Melanoides tuberculatus*, um gastrópode límnico de origem afro-asiática, tem provocado declínios populacionais de moluscos nativos através da exclusão competitiva e da destruição de seus habitats naturais (Pointier & Augustin 1999; Fernandez *et al.*, 2003). Outra espécie, o gastrópode terrestre *Achatina fulica*, popularmente conhecido como gigante africano, foi introduzida por criadores brasileiros de *escargot* e invadiu ambientes de Mata Atlântica. Além de seu efeito deletério sobre a fauna de moluscos nativos, esta espécie atua como hospedeira intermediária natural de espécies do gênero *Angiostrongylus*, helminto causador de diferentes formas clínicas de angiostrongilíase (Carvalho *et al.*, 2003; Thiengo, 2007). Outros gastrópodes introduzidos no Brasil, como *Subulina octona*, *Limax maximus*, *Deroceras lavis* e *Bradybaena similaris*, foram registrados em Minas

Gerais (Oliveira & Almeida, 2000; Simone, 2006; Vidigal *et al.*, 2005). Dentre os bivalves, algumas espécies de água doce, incluindo *Corbicula fluminea*, *C. largillierti* e *Limnoperna fortunei* (conhecida popularmente como mexilhão dourado), foram também introduzidas no Brasil, inclusive em Minas Gerais (Vidigal *et al.*, 2005; Simone, 2006; Boltovskoy *et al.*, 2006). Estes moluscos frequentemente formam grandes agregações em lagos e represas, provocando declínios populacionais de espécies nativas, inclusive peixes, que morrem intoxicados ao ingeri-los em quantidades elevadas (Strayer, 1999b; Darrigran & Eczurra de Drago, 2000; Callil & Mansur, 2000). Eles são também responsáveis por danos estruturais em represas e reservatórios. Por exemplo, o mexilhão *Limnoperna fortunei* vem causando grande impacto na América do Sul, inclusive no Brasil, e seu estudo é considerado prioritário devido aos sérios problemas causados por esta espécie em usinas hidrelétricas e sistemas de abastecimento de água (Strayer, 1999b; Darrigran & Eczurra de Drago, 2000; Callil & Mansur, 2000; Hakenkamp *et al.*, 2001).

Os invertebrados são extremamente importantes do ponto de vista ecológico. Eles estão na base de todas as cadeias alimentares, logo acima dos produtores, constituindo, assim, as principais fontes de alimento para diversos grupos animais. Entretanto, eles participam de vários níveis tróficos, na condição de parasitóides, hiperparasitóides e predadores. Além disto, eles são responsáveis por uma série de serviços ecológicos, tais como controle de populações de insetos fitófagos, ciclagem de nutrientes e polinização.

Por serem majoritariamente predadores, aracnídeos são importantes por exercer controle sobre populações de suas presas, principalmente insetos (Wise, 2003). Ácaros são extremamente importantes em vários processos ecossistêmicos (principalmente na ciclagem de nutrientes), devido a sua alta diversidade, ubiquidade e grande variedade de habitats e hábitos alimentares (Moraes & Flechtmann, 2008). Os icneumonídeos são parasitóides e hiperparasitóides de outros insetos, participando do controle de suas populações.

Entre os coleópteros, há grupos responsáveis por serviços ambientais importantíssimos (por exemplo, remoção de fezes e carcaças da superfície do solo, dispersão secundária de sementes, polinização, fertilização do solo por incorporação de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes etc.).

**Tabela 2.** Número de espécies de invertebrados ameaçados de extinção no Estado de Minas Gerais, conforme listas oficiais de 1995 e 2008.

TÁXON SUPERIOR	FAMÍLIA	Nº spp. 1995	Nº spp. 2008
Annelida			
Oligochaeta	Glossoscolecidae	3	2
Onychophora			
Euonychophora	Peripatidae	1	1
Arachnida			
Amblypygi	Charinidae	–	1
Araneae	Prodidomidae	–	1
Opiliones	Minuidae	–	1
	Gonyleptidae	–	1
Crustacea			
Copepoda	Diaptomidae	–	1
Branchiopoda	Branchinectidae	–	1
Insecta			
Coleoptera	Carabidae	–	1
	Cerambycidae	1	1
	Dynastidae	–	5
	Lucanidae	–	1
	Scarabaeidae	–	3
Lepidoptera	Hesperiidae	–	1
	Lycaenidae	3	2
	Nymphalidae	12	10
	Papilionidae	2	1
	Riodinidae	1	1
	Pieridae	2	1
Odonata	Aeshnidae	2	2
	Coenagrionidae	–	1
	Megapodagrionidae	2	2
	Pseudostigmatidae	1	1
Hymenoptera	Apidae	1	8
	Colletidae	–	1
<b>Total</b>		<b>31</b>	<b>51</b>

As abelhas constituem o principal grupo de polinizadores das plantas nativas. No Cerrado, por exemplo, Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger (1988) concluíram, estudando 279 espécies de angiospermas, que as abelhas eram polinizadores exclusivos de 29% das plantas, sendo, ainda, polinizadores principais ou adicionais de outros 46%. Através de seu serviço, as abelhas não apenas garantem a manutenção dos ciclos de reprodução sexuada das plantas, mas, ainda, o suprimento de alimento para espécies frugívoras e granívoras de outros grupos animais, como aves e mamíferos.

As formigas apresentam elevados níveis de diversidade, abundância e biomassa em quase todos os habitats ao longo do globo (Fittkau & Klinge, 1973), com espécies representativas de praticamente todas as guildas alimentares. Elas exercem importantes papéis, tais como o revolvimento de terra, nos mais diversos ecossistemas, contribuindo para a ciclagem de nutrientes, aeração dos solos, facilitando a penetração das raízes, acúmulo de matéria orgânica (restos deixados pelas formigas nas câmaras de seus ninhos), aumentando a fertilidade (Moutinho, 1995). Sua atividade escavatória lhes confere papel central na mineralização dos solos tropicais, em que chegam a superar em importância as minhocas em muitos ecossistemas (Gunadi & Verhoef, 1993). As importantes funções que desempenham no ecossistema levam à integração com outros organismos em todos os níveis tróficos (Hölldobler & Wilson, 1990).

Vários grupos de insetos aquáticos participam de forma crucial de processos ecossistêmicos essenciais. Os tricópteros participam de cadeias tróficas aquáticas e terrestres, servindo de alimento para vários insetos aquáticos predadores, como coleópteros (Dytiscidae, Gyridae), megalópteros e odonatos. Larvas e adultos de Trichoptera também são importantes como fonte de alimentação para diversas espécies de peixes. Os adultos constituem uma das principais formas de exportação de matéria orgânica de riachos, ao serem capturados por organismos terrestres, principalmente morcegos e aves (Gray, 1989; Fukui *et al.*, 2006). As libélulas são predadoras tanto na fase aquática quanto na terrestre e são controladoras, entre outros, de populações de mosquitos (Corbet, 2004). Muitos grupos de invertebrados têm sido utilizados ou poderiam ser empregados em estudos ambientais, relatórios de impacto ambiental e/ou como bioindicadores. Os Scarabaeinae, por exemplo, têm se mostrado um grupo extremamente promissor como indicador de diferentes aspectos da biodiversidade, tanto em nível local, como regional, tanto em áreas de florestas, como no Cerrado e na Caatinga (Halffter & Favila, 1993). Também entre as abelhas, alguns grupos como

as euglossinas têm sido sugeridos como indicadores de qualidade ambiental (e.g., Nemésio & Silveira, 2006b). Entre os icneumonídeos, a subfamília Mesochorinae tem se mostrado potencial bioindicador de distúrbios ambientais, já que reúne espécies hiperparasitóides mais abundantes em áreas de mata bem preservada. Larvas de Trichoptera e Odonata são utilizadas com frequência na composição de índices de qualidade de água, devido a sua alta diversidade em espécies e hábitos e sua sensibilidade à poluição (Resh & Unzicker, 1975; Resh, 1995; Clausnitzer, 2004). O mesmo se observa com vários moluscos bivalves e gastrópodes de água doce, que são utilizados como bioindicadores no monitoramento de qualidade de água (Bouchet & Gargominy, 1998; Strayer, 1999a; Salanki *et al.*, 2003; Vidigal *et al.*, 2005). As planárias terrestres, por serem muito sensíveis a alterações em seu habitat devido a suas necessidades ambientais, também podem ser boas espécies indicadoras do estado de conservação e regeneração de florestas tropicais (Sluys, 1998). Formigas apresentam inúmeros atributos que as tornam ideais para estudos de biodiversidade e conservação de ecossistemas, sendo largamente utilizadas, por exemplo, como bioindicadores em áreas de mineração reabilitadas (Majer, 1983).

Também do ponto de vista econômico os invertebrados são importantes. Eles podem ser prejudiciais como pragas de plantas cultivadas (lagartas de lepidópteros, besouros, formigas, ácaros, nematódeos e lesmas), como transmissores de doenças (ácaros, mosquitos, caracóis, caramujos e lesmas) ou quando provocam acidentes (certas lagartas, abelhas e marimbondos, aranhas e escorpiões). Por outro lado, eles podem ser úteis através dos serviços ecológicos que prestam à agricultura, como controle de populações de insetos fitófagos (ácaros e aranhas, himenópteros, coleópteros), polinização (besouros, borboletas, mariposas, moscas e abelhas) e ciclagem de nutrientes (minhocas e cupins). Toxinas de aracnídeos peçonhentos e de abelhas têm sido alvos de pesquisa biotecnológica (Beleboni *et al.*, 2008).

Dentre os moluscos, espécies de gastrópodes terrestres têm sido mencionadas como pragas agrícolas e na horticultura (South, 1992; Thomé, 1993). Outras espécies de gastrópodes têm sido apontadas como hospedeiras intermediárias naturais ou experimentais de helmintos de importância médico-veterinária (Malek, 1985; South, 1992). De fato, parasitoses de grande interesse para a saúde pública, como esquistossomose, fasciolose e angiostrongilose abdominal, envolvem moluscos gastrópodes terrestres ou de água doce como hospedeiros intermediários (Graeff-Teixeira *et al.*, 1993; Lessa *et al.*, 2000; Coura & Amaral, 2004; Banevicius *et al.*, 2006). O

mesmo ocorre com vários parasitas (trematódeos, cestódeos e nematódeos) que atacam animais domésticos e selvagens (South, 1992). Vários estudos já foram realizados com estes moluscos de interesse médico-veterinário provenientes de Minas Gerais (Souza *et al.*, 1998; 2001; Lima *et al.*, 1992). Por exemplo, algumas espécies de gastrópodes introduzidas no Brasil, e encontradas em Minas Gerais, foram coletadas naturalmente infectadas (ou foram infectadas experimentalmente) com *Angiostrongylus costaricensis*, agente etiológico da angiostrongilose abdominal (Mauer *et al.*, 2002; Graeff-Teixeira *et al.*, 1993; Rambo *et al.*, 1997). Outros invertebrados interessantes são as planárias terrestres, que são particularmente úteis para estudos biogeográficos por possuir baixa capacidade de dispersão e, conseqüentemente, alto grau de endemismo (Winsor *et al.*, 1998). Entretanto, algumas espécies têm sido dispersadas pelo homem, através do comércio de plantas e solo, tornando-se invasoras e pragas em ambientes naturais, agroecossistemas e criações de minhocas (Ducey *et al.*, 2006). No Brasil apenas uma espécie introduzida é conhecida (Ogren & Kawakatsu, 1998), inclusive em Minas Gerais, embora nenhum prejuízo econômico tenha sido documentado.

As formigas cortadeiras (*Atta* spp. e *Acromyrmex* spp.) causam prejuízos elevados aos setores florestal e agrícola, uma vez que utilizam fragmentos de vegetais para manter a cultura do fungo do qual se alimentam (Marsaro-Júnior *et al.*, 2001). Por exemplo, em plantações de cana-de-açúcar, essas formigas causam perdas estimadas em 3 t de cana/sauveiro adulto/ano. Além do dano econômico direto, levam, ainda, à contaminação ambiental causada pelo transporte dos agrotóxicos usados para seu controle, sendo incalculável o valor desse estrago (Della Lucia, 2003). Nos ambientes urbanos, várias espécies têm causado sérios problemas em residências, hospitais, fábricas de alimento, apiários e cabinas de eletricidade (Wilson, 1987; Fowler & Bueno, 1998; Soares *et al.*, 2006).

Muitas espécies nativas de invertebrados poderiam ser exploradas de forma sustentável. Em Minas Gerais, apenas o minhocuçu (*Rhinodrilus alatus*) tem sido explorado comercialmente, como isca para a pesca. Considerado previamente uma espécie ameaçada de extinção (Righi, 1998; Machado & Brescovit, 2005), a espécie tem sido alvo de ações que permitem seu uso sustentável. Outro grupo potencialmente utilizável são as abelhas chamadas “indígenas sem ferrão”. Embora já se conheçam algumas práticas básicas para sua criação (e.g., Nogueira-Neto, 1970; 1997), ainda é preciso que o manejo das diversas espécies seja mais bem estudado, antes que se passe

a incentivar a prática da meliponicultura. A criação de espécies chamativas (principalmente de besouros e borboletas) poderia ser considerada, visando a produção de exemplares para venda a colecionadores internacionais.

## Estado de Conservação

O atlas para a conservação da biodiversidade de Minas Gerais (Drummond *et al.*, 2005), identifica 56 áreas prioritárias para a conservação de invertebrados no Estado. Dentre estas, destacam-se seis áreas de “Importância Biológica Especial” (o vale e as cavernas do rio Peruaçu; a cadeia do Espinhaço; a área cárstica do “Circuito das Grutas”, na região metropolitana de Belo Horizonte; o Parque Estadual do Rio Doce; as lagoas do rio Uberaba; as cavernas da província cárstica Arcos/Pains/Doresópolis e as grutas do Ibitipoca). Como de “Importância Biológica Extrema”, constam a região do rio Jaíba; a região de Paraopeba; o Parque Nacional da Serra do Cipó; a região da serra do Caraça e Caeté; a faixa ao sul de Belo Horizonte; a região de Piranga; e a serra da Mantiqueira. Essas áreas foram definidas principalmente por conterem alta diversidade de espécies e/ou grande número de espécies endêmicas. Destacam-se as áreas cársticas, por conterem uma fauna única e frágil de espécies frequentemente endêmicas de uma única caverna ou conjunto de cavernas interligadas (veja Ferreira, neste volume). A região de Paraopeba foi indicada por abrigar uma espécie endêmica de minhocaçu intensamente explorada comercialmente.

Infelizmente, a falta de coletas e de conhecimento taxonômico impede melhor definição dessas áreas. A maioria dos registros de invertebrados para o Estado de Minas Gerais é resultado de coletas ocasionais, principalmente próximas a Belo Horizonte e no sul do Estado. Por exemplo, apenas cinco áreas em Minas Gerais passaram por inventários de aracnofauna (dados do Projeto Biota-SP – A.D. Brescovit, com. pessoal) e três tiveram sua fauna de icneumonídeos amostrada. Para as abelhas, a situação é um pouco melhor, tendo-se uma idéia mais clara da composição faunística da região metropolitana de Belo Horizonte, da cadeia do Espinhaço e de algumas regiões do Cerrado no centro e noroeste do Estado, e de pequena porção da Zona da Mata. No caso dos besouros Scarabaeinae, há pequenos inventários em diversas zonas do Estado, mas inventários mais exaustivos apenas em Viçosa, Lavras e Cordisburgo, com enormes vazios amostrais englobando a totalidade do Triângulo Mineiro, a maior parte da cadeia do



Espinhaço e do noroeste do Estado. Este padrão se repete para vários grupos de invertebrados pobremente amostrados no Estado, especialmente no nordeste, norte, oeste, centro-este e Triângulo. Considerando os moluscos, há mais informações para o Estado somente para aqueles de importância médica.

As principais fontes de ameaça para os invertebrados em Minas Gerais são a degradação, fragmentação e destruição de habitats. Certamente, muitas espécies raras ou endêmicas, com pouca habilidade de dispersão, já devem ter se extinguido sem que sequer as tenhamos conhecido. Por outro lado, algumas espécies de alguns grupos sofrem ameaças específicas de outra natureza. Entre os coleópteros, há uma espécie de aspecto peculiar (*Hypocephalus armatus*) que é coletada na região de Almenara para venda a colecionadores. O minhocucu (*Rhinodrilus alatus*) é intensivamente coletado para venda a pescadores na região de Paraopeba. Além dele, outras espécies de invertebrados, como sanguessugas, são coletadas e vendidas como isca, sem que se tenha nenhuma idéia da magnitude do impacto desta atividade sobre suas populações. Entre as abelhas, as chamadas abelhas sem ferrão, por armazenarem mel (ainda que em pequena quantidade) são vítimas, também, da exploração predatória de seus ninhos.

Sem nenhuma dúvida, a principal estratégia para conservação de invertebrados é a preservação de habitats de um modo geral ou em Unidades de Conservação. Minas Gerais é o primeiro Estado brasileiro a criar Unidades de Conservação com o principal objetivo de preservação de invertebrados. A Estação Biológica de Tripuí, em Ouro Preto, protege o onicóforo *Macroperipatus acacioi*, e o “Refúgio de Vida Silvestre Libélula da Serra de São José”, no município de Tiradentes, protege sua riquíssima fauna de 200 espécies de libélulas. Certamente mais Unidades de Conservação serão necessárias para preservar a fauna mineira de invertebrados. É preciso, ainda, que se desenvolvam métodos eficientes para o monitoramento de populações de espécies ameaçadas, endêmicas e/ou raras. Espécies ameaçadas requerem o desenvolvimento de planos de ação para sua conservação. Dois impedimentos devem ser removidos, entretanto, para que ações de conservação de invertebrados sejam eficazes: a falta de conhecimento taxonômico e a falta de conhecimento sobre a composição de nossa fauna. Para removê-los, é necessário que se promovam inventários faunísticos, especialmente nas áreas menos exploradas até o momento, e formar e fixar taxonomistas nas instituições de pesquisa e ensino do Estado de Minas Gerais.

## Infraestrutura e Recursos Humanos

Como mencionado acima, poucos são os pesquisadores que trabalham com invertebrados, especialmente com faunística e taxonomia, em Minas Gerais. Esses pesquisadores obviamente atendem parcialmente apenas às demandas por informação/identificação de uma pequena parcela dos grupos de invertebrados. Os nomes que puderam ser levantados durante a elaboração deste relato encontram-se na Tabela 3.

A análise dessa tabela deixa claro que: 1) apenas uma pequena amostra dos grandes grupos de invertebrados conta com especialistas nas instituições mineiras; e 2) para vários grupos (por exemplo, formigas, cupins e insetos galhadores) há pesquisadores que trabalham exclusivamente com inventários de fauna (14/37), e que dependem de especialistas, em geral de fora do Estado, para a identificação do material que coletam em seus projetos. É importante frisar que vários grupos de invertebrados não são estudados no Estado de Minas Gerais, seja por taxonomistas ou através de inventários de fauna.

A escassez de taxonomistas em Minas Gerais não é casual; é fruto da falta de tradição do Estado neste campo da biologia. O Estado é, por exemplo, o único da região Sudeste que não possui um grande museu de história natural com acervo representativo de sua biota. Embora várias das instituições possuam coleções taxonômicas, não é fácil obter informações sobre elas. Isto se deve, principalmente, a sua pulverização e a seu caráter não oficial dentro das instituições. No banco de dados sobre as coleções zoológicas brasileiras, mantido na Base de Dados Tropicais da Fundação André Tosello ([www.bdt.fat.org.br/zoo/museum/](http://www.bdt.fat.org.br/zoo/museum/)), constam apenas duas coleções mineiras, as coleções de insetos e a zoológica (principalmente vertebrados) da Universidade Federal de Viçosa. Lewinsohn & Prado (2002) listam apenas cinco coleções mineiras, somente uma delas de invertebrados, entre as 354 coleções indicadas por cientistas brasileiros como as mais importantes de seus grupos no Brasil. Estes dados deixam claro, como já apontado por Silveira *et al.* (2006), que há um número menor de coleções em Minas Gerais do que em muitos Estados com tradição científica pretensamente menor.

**Tabela 3.** Pesquisadores sediados em instituições de pesquisa/ensino superior do Estado de Minas Gerais que desenvolvem ou já desenvolveram projetos de inventário de fauna ou taxonomia de invertebrados.

<b>PESQUISADOR</b>	<b>SEDE</b>	<b>TÁXONS</b>	<b>ATIVIDADE</b>
Adalberto J. Santos	UFMG	Araneae	Taxonomia, inventário
Alda L. Falcão	CPQRR	Diptera, Phlebotominae	Taxonomia
Alfredo H. Wieloch	UFMG	Ciliophora, Onychophora	Taxonomia
Alan L. Melo	UFMG	Heteroptera (aquáticos)	Taxonomia, inventário
Alice F. Kumagai	UFMG	Ichneumonidae	Taxonomia, inventário
Angelo B. M. Machado <sup>1</sup>	UFMG	Odonata	Taxonomia
Carlos Sperber	UFV	Orthoptera (Ensifera)	Taxonomia
Cristiano Lopes-Andrade <sup>2</sup>	UFV	Coleoptera (Ciidae)	Taxonomia, inventário
Elizabeth C. de A. Bessa	UFJF	Gastropoda	Taxonomia
Davi P. Neves	UFMG	Culicidae	Taxonomia
Fernando A. Silveira	UFMG	Apoidea	Taxonomia, inventário
Fernando Z. Vaz-de-Mello <sup>2</sup>	UFLA	Scarabaeioidea	Taxonomia, inventário
Frederico de S. Neves	UEMC	Coleoptera	Inventário
Georgina Faria-Mucci	FIC	Apoidea	Inventário
Geraldo W. Fernandes	UFMG	Insetos galhadores	Inventário
Hélio N. Spinola	UFMG	Triatominae	Taxonomia
Henrique Paprocki	PUC Minas	Trichoptera	Taxonomia
José Henrique Schroeder	UFV	Formicidae	Inventário
Júlio N. C. Louzada	UFLA	Scarabaeinae	Inventário
Liana K. Janotti-Passos	CPQRR	Planorbidae	Taxonomia
Lúcio C. Bedê	CI	Odonata	Inventário
Lúcio A. O. Campos	UFV	Apoidea	Inventário
Marcos Gonçalves Lhano <sup>2</sup>	UFV	Orthoptera (Caelifera)	Taxonomia, inventário
Marco Antônio A. Carneiro	UFOP	Insetos galhadores	Inventário
Meire Silva Pena	PUC Minas	Gastropoda	Taxonomia

continua >

continuação

<b>PESQUISADOR</b>	<b>SEDE</b>	<b>TÁXONS</b>	<b>ATIVIDADE</b>
Og F. Souza	UFV	Isoptera	Inventário
Paul Williams	UFMG	Phlebotominae	Taxonomia
Paulo S. Fiúza	UFV	Heteroptera	Taxonomia
Pedro M. Linardi	UFMG	Siphonaptera	Taxonomia
Roberta Lima Caldeira	CPQRR	Planorbidae, Lymnaeidae	Taxonomia
Rodrigo L. Ferreira	UFLA	Invert. cavernícolas	Inventário
Sebastião L. de Assis Jr.	UFVJM	Scarabaeinae	Inventário
Sérvio Pontes Ribeiro	UFOP	Formicidae	Inventário
Solange Augusto	UFU	Apoidea	Inventário
Teofânia H. Vidigal	UFMG	Gastropoda, Terricola	Taxonomia
Yasmine Antonini	UFOP	Apoidea	Inventário

<sup>1</sup> Professor emérito; <sup>2</sup> Pós-doutorando

Apesar disso, há algumas coleções estaduais com acervos significativos de elementos da fauna de invertebrados de Minas Gerais. A coleção de aracnídeos das Coleções Taxonômicas da UFMG, única em Minas, é pequena, com apenas 1.450 lotes de aranhas tombados. Ainda assim, este acervo representa cerca de 25% de todo o material mineiro depositado nas principais coleções do Sudeste do Brasil, sendo menor, apenas, que o acervo de aranhas mineiras depositado no Instituto Butantan de São Paulo (Tabela 4). Existem aproximadamente 5.847 lotes de aracnídeos (exceto Acari) provenientes de Minas nestas quatro coleções. Isto representa 4,27% do material total disponível (136.763 lotes, considerando apenas os dados compilados). Considerando-se que Minas Gerais representa 6,89% do território nacional, conclui-se que o Estado é relativamente subamostrado se comparado a outros (especialmente São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul).

Há duas coleções de abelhas em Minas Gerais, uma na UFV, com cerca de 10 mil exemplares, e outra na UFMG, com cerca de 40 mil espécimes. Essas coleções contêm material de regiões como a Zona da Mata e a Cadeia do Espinhaço, muito pouco representadas em outras coleções importantes, como a do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MUZUSP) ou a Coleção da Universidade Federal do Paraná. Para os moluscos, as coleções mais significativas sediadas em Minas Gerais são as do Museu de Malacologia Prof. Maury Pinto de Oliveira, da Universidade Federal de Juiz de Fora, e a Coleção Malacológica das Coleções Taxonômicas da UFMG.

Há no Estado, ainda, um número indeterminado de importantes coleções de grupos específicos de insetos (besouros, borboletas e libélulas, por exemplo) mantidas por colecionadores particulares. Essas coleções, certamente, reúnem importantes informações sobre nossa fauna. Entretanto, sua situação atual, no limbo da legalidade, torna sua localização, disponibilização e consulta extremamente difíceis. Seria altamente desejável que os proprietários dessas coleções tivessem possibilidades legais de ampliar sua participação na acumulação de conhecimento da biota do Estado, podendo agir como colaboradores de pesquisadores.

**Tabela 4.** Número de lotes de aracnídeos provenientes do Estado de Minas Gerais disponíveis em quatro coleções do Sudeste do Brasil. Células marcadas com traço (–) representam ausência de informações. IBSP = Instituto Butantan; MNRJ = Museu Nacional da UFRJ; MUZUSP = Museu de Zoologia da USP.

ORDEM	NÚMERO DE LOTES				
	IBSP	MNRJ	MUZUSP	UFMG	TOTAL
<b>Amblypygi</b>	–	13	0	0	<b>13</b>
<b>Araneae</b>	2.769	404	433	1.450	<b>5.056</b>
<b>Opiliones</b>	–	422	170	0	<b>592</b>
<b>Pseudoscorpiones</b>	–	3	20	0	<b>23</b>
<b>Scorpiones</b>	84	42	36	0	<b>162</b>
<b>Thelyphonida</b>	–	0	1	0	<b>1</b>
<b>Total (MG)</b>	2.853	884	660	1.450	<b>5.847</b>
<b>Total (Brasil)</b>	<b>109.258</b>	<b>15.005</b>	<b>11.050</b>	<b>1.450</b>	<b>136.763</b>

## Prioridades e Perspectivas

Como exposto acima, as ações prioritárias para o conhecimento da fauna de invertebrados de Minas Gerais incluem: a) aumento do número de exemplares em coleções; b) criação de novas coleções no Estado, juntamente com o fortalecimento das coleções existentes; e c) aumento no número de taxonomistas trabalhando com os vários grupos. São essenciais ações coordenadas

que criem e mantenham infra-estrutura adequada ao armazenamento e estudo dos exemplares (coleções taxonômicas). É importante oferecer condições para a consolidação das coleções já existentes (reforma ou construção de instalações físicas, aquisição de mobiliário e material de consumo para a conservação, e aquisição de computadores para informatização dos acervos) e incentivo à criação de novas coleções em regiões onde elas ainda não existam. Paralelamente, é necessário que se formem e se fixem novos taxonomistas nas instituições do Estado. Finalmente, é preciso que se financiem projetos de inventário da fauna de invertebrados nas diversas regiões do Estado, com o suporte a suas várias etapas, desde a coleta no campo ao processamento, triagem, identificação e armazenamento dos espécimes. Será necessário, também, superar barreiras legais, impostas por órgãos públicos responsáveis pela gestão de meio ambiente, que dificultam (e em alguns casos, criminalizam) atividades ligadas ao estudo da biodiversidade.

## Agradecimentos

Adriano B. Kury (MNRJ), Antonio D. Brescovit (IBSP), Ricardo Pinto-da-Rocha (USP) e Júlio N.C. Louzada (UFLA), que gentilmente forneceram informações cruciais para este capítulo.

## Referências Bibliográficas

- Agosti, D. & N.F. Johnson (ed.). 2005. *Antbase. How many ants (Formicidae) are there?* Disponível em: [http://atbi.biosci.ohio-state.edu:210/hymenoptera/tsa.sppcount?the\\_taxon=Formicidae](http://atbi.biosci.ohio-state.edu:210/hymenoptera/tsa.sppcount?the_taxon=Formicidae). Acesso em: 05 de maio de 2008.
- Amorim, D.S. & M.R.S. Pires. 1996. Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation, p.183-219. In: C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes (org.). *Biodiversity in Brazil – a first approach*. Brasília: CNPq.
- Banevicius, N.M.S., E.M. Zanotti-Magalhães, I.A. Magalhães & A.X. Linhares. 2006. Behavior of *Angiostrongylus constaricensis* in planorbids. *Brazilian Journal of Biology* 66:199-204.
- Beleboni, R.O., R. Guizzo, A.C.K. Fontana, A.B. Pizzo, R.O.G. Carolino, L. Gobbo-Neto, N.P. Lopes, J. Coutinho-Netto & W.F. dos Santos. 2008. Neurochemical characterization of a neuroprotective compound from *Parawixia bistriata* spider venom that inhibits synaptosomal uptake of GABA and glycine. *Molecular Pharmacology* 69: 1998-2006.
- Bellinger, P.F., K.A. Christiansen & F. Janssens. 1996-2008. *Checklist of the Collembola of the World*. Disponível em <http://www.collembola.org>. Acesso em: 20 mai. 2008.
- Blahnik, R.J., H. Paprocki & R.W. Holzenthal. 2004. New distribution and species records of Trichoptera from southern and southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 4:1-6.
- Bolton, B. 2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute* 71:1-370.
- Boltovskoy D., N. Correa, D. Cataldo & F. Sylvester. 2006. Dispersion and ecological impact of the invasive freshwater bivalve *Limnoperna fortunei* in the Rio de la Plata watershed and beyond. *Biological Invasions* 8:947-963.

- Bouchet, P. & O. Gargominy. 1998. Action plan formulation for molluscan conservation: getting the facts together for a global perspective. In: Molluscan Conservation: A strategy for the 21 century. *Journal of Conchology, (Special Publ.)* 2:45-49.
- Brandão, C.R.F. 1991. Adendos ao catálogo abreviado das formigas da região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 35:319-412.
- Callil, C.T. & M.C.D. Mansur. 2002. Corbiculidae in the Pantanal: history of invasion in southeast and central South America and biometrical data. *Amazoniana* 17:153-167.
- Camargo, J.M.F. 1996. Meliponini neotropicais (Apinae, Apidae, Hymenoptera): biogeografia histórica, p.107-121. In: *Anais do II Encontro sobre Abelhas*. Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (USP).
- Camargo, J.M.F. & J.S. Moure. 1996. Meliponini neotropicais: o gênero *Geotrigona* Moure, 1943 (Apinae, Apidae, Hymenoptera), com especial referência à filogenia e biogeografia. *Arquivos de Zoologia* 33: 95-161.
- Camargo, J.M.F. & S.R.M. Pedro. 2003. Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) – bionomia e biogeografia. *Revista Brasileira de Entomologia* 47: 311-372.
- Carvalho, O.S., H.M.S. Teles, E.M. Mota, C.G.F. Lafetá & H.L. Lenzi. 2003. Potentiality of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Gastropoda) as intermediate host of the *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes 1971. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 36(6):743-745.
- Casagrande, M.M., O.H.H. Mielke & K.S. Brown-Jr. 1998. Borboletas (Lepidoptera) ameaçadas de extinção em Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 15: 241-259.
- Clausnitzer, V. 2004. Guardians of the watershed. *International Journal of Odonatology* 7(2):111.
- Corbet, P.S. 2004. *Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata*. New York: Cornell University Press. 829p.
- Costa, J.M. & B.B. Oldrini. 2008. Odonata. In: J.A. Rafael, G.A.R. Melo, C.J.B. Carvalho & S.A. Casari (coord.). *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. no prelo
- Coura, J.R. & R.S. Amaral. 2004. Epidemiological and control aspects of Schistosomiasis in Brazilian endemic areas. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 99(Suppl. 1):13-19.
- Culik, M.P. & D. Zeppelini-filho. 2003. Diversity and distribution of Collembola (Arthropoda: Hexapoda) of Brazil. *Biodiversity and Conservation* 12:1119-1143.
- Darrigran, G. & I. Ezcurra de Drago. 2000. Invasion of the exotic freshwater mussel *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) in South America. *The Nautilus* 114:-6973.
- Della Lucia, T.M.C. 2003. Hormigas de importancia económica en la región Neotropical, p.338-349. In: F. Fernández (ed.). 2003. *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- De Santis, L. 1980. *Catálogo de los himenópteros brasileños de la serie parasítica, incluyendo Bethyloidea*. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná. 365p.
- Drummond, G.M., C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini. 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 222p.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Ducey, P.K., J. Cerqua, L.J. West & M. Warner. 2006. Rare egg capsule production in the invasive terrestrial planarian *Bipalium kewense*. *The Southwestern Naturalist* 51(2):252-255.
- Fernandez, M.A., S.C. Thiengo & L.R. SIMONE. 2003. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanooides tuberculatus* (Gastropoda: Thiariidae) in Brazil. *The Nautilus* 117(3):78-82.
- Fittkau, E.J. & H. Klinge. 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica* 5: 2-14.
- Fowler, H.G. & O.C. Bueno. 1998. O avanço das formigas urbanas. *Ciência Hoje* 23:73-80.
- Fukui, D., M. Murakami, S. Nakano & T. Aoi. 2006. Effect of emergent aquatic insects on bat foraging in a riparian forest. *Journal of Animal Ecology* 75:1252-1258.
- Graeff-Teixeira, C., S.C. Thiengo, J.W. Thomé, A.B. Medeiros, L. Camilo-Coura & A.A. Agostini. 1993. On the diversity of mollusc intermediate hosts of *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes, 1971 in southern Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 88:487-489.
- Gray, L.J. 1989. Emergence, production and export of aquatic insects from a tallgrass prairie stream. *The Southwestern Naturalist* 34(3):313-318.
- Gunadi, B. & H.A. Verhoef. 1993. The flow of nutrients in a *Pinus merkusii* forest plantation in Central Java: the contribution of soil animals. *European Journal of Soil Biology* 29:133-139.

- Halffter, G. & M. Favila. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biological International* 27:15-21.
- Hakenkamp, C.C., S.G. Ribblett, M.A. Palmer, C.M. Swan, J.W. Reid & M.R. Goodison. 2001. The impact of an introduced bivalve (*Corbicula fluminea*) on the benthos of a sandy stream. *Freshwater Biology* 46:491-501.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson, E.O. 1990. *The Ants*. Cambridge, Belknap. 732p.
- Huamantincio A.A. & J.L. Nessimian. 2003. A new species of *Antarctoecia* Ulmer, 1907 (Trichoptera: Limnephilidae) from southeastern Brazil. *Aquatic Insects* 25:225-231.
- Kalkman, V.J., V. Clausnitzer, K.-D.B. Dijkstra, A.G. Orr, D.R. Paulson & J. van Toll. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. In: E. Balian, K. Martens, C. Lévêque & H. Segers (ed.). *A global assessment of animal diversity in freshwater*. Hydrobiologica 595:351-363.
- Kumagai, A.F. 2002. Os Ichneumonidae (Hymenoptera) da Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, com ênfase nas espécies de Pimplinae. *Revista Brasileira de Entomologia* 46(2):189-194.
- Kury, A.B. 2003. Annotated catalogue of the Laniatores of the New World (Arachnida, Opiliones). *Revista Iberica de Aracnologia*, vol. especial monográfico 1:1-337.
- Lessa, C.S.S., P.O. Scherre, M.C. Vasconcelos, L.S. Freire, J.A.A. Santos & N.M.S. Freire. 2000. Registro de *Fasciola hepatica* em equínos (*Equus caballus*), caprinos (*Capra hircus*) e ovinos (*Ovis aries*) no município de Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária* 1:63-64.
- Levi, H.W. 1964. Nineteenth century South American araneology. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia* 16:9-19.
- Lewinsohn, T.M. & P.I. Prado. 2002. *Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. São Paulo: Contexto. 176p.
- Lima, L.C., C.L. Massara, C.P. Souza, T.D. Vidigal, H.L. Lenzi & O.S. Carvalho. 1992. Suscetibilidade de planorbídeos da região metropolitana de Belo Horizonte, MG (Brasil) ao *Angiostrongylus costaricensis* (Nematoda, Angiostrongylidae). *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 34:399-402.
- Lourenço, W.R. 2002. *Scorpions of Brazil*. Paris: Lês Éditions de l'If. 307p.
- Lucas, S.M. 2003. Aranhas de interesse médico no Brasil, p.141-149. In: J.L.C. Cardoso, F.O.S. França, F.H. Wen, C.M.S. Málaque & V. Haddad Jr. (coord.) *Animais Peçonhentos no Brasil. Biologia, Clínica e Terapêutica dos Acidentes*. São Paulo: Sarvier.
- Machado, A.B.M. 1998. Insetos, p.495-497. In: A.B.M. Machado, G.A.B. Fonseca, R.B. Machado, L.M.S. Aguiar & L.V. Lins (coords.). *Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 608p.
- Machado, A.B.M. & A.D. Brescovit. 2005. Invertebrados terrestres, p.85-97. In: A.B.M. Machado, C.S. Martins & G.M. Drummond (coord.). *Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 105p.
- Majer, J. D. 1983. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use and land conservation. *Environmental Management* 7:375-383.
- Malek, E.A. 1985. *Snail hosts of Schistosomiasis and other snail transmitted diseases in tropical America: A manual*. Pan American Health Organization, Washington. 327p.
- Marsaro-Júnior, A.L., T.M.C. Della Lucia, L.C.A. Barbosa, L.A. Maffia & M.A.B. Morandi. 2001. Efeito de secreções da glândula mandibular de *Atta sexdens rubropilosa* Forel (Hymenoptera: Formicidae) sobre a germinação de conídios de *Botrytis cinerea* Pers. Fr. *Neotropical Entomology* 30:403-406.
- Martin-Piera, F. 2000. Introducción/Introduction, p.19-32. In: F. Martin-Piera, J.J. Morrone & A. Melic (coord.). *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000*. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Maurer, R.L., C. Graeff-Teixeira, J.W. Thomé, L.A. Chiaradia, H. Sugaya & K. Yoshimura. 2002. Natural infection of *Deroceeras laeve* (Mollusca: Gastropoda) with Metastrongylid larvae in a transmission focus of abdominal angiostrongyliasis. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo* 44(1):53-54.
- Melo, G.A.R. 2007. Introductory remarks, p.v-xiv. In: J.S. Moure, D. Urban & G.A.R. Melo (coord.). *Catalogue of bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical region*. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia.
- Michener, C.D. 2000. *The Bees of the World*. Baltimore: Johns Hopkins. 913p.
- Moraes, G.J. & C.H.W. Flechtmann. 2008. *Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos Editora. 288p.
- Moutinho, P.R.S. 1995. Acabar com a saúva, mas nem tanto. *Ciência Hoje* 18:10-11.
- Nemésio, A. & F.A. Silveira. 2006a. First record of *Eulaema helvola* Moure (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) for the state of Minas Gerais: biogeographic and taxonomic implications. *Neotropical Entomology* 35:430-432.



- Nernésio, A. & F.A. Silveira. 2006b. Edge effects on the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at a large remnant of Atlantic Rain Forest in southeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 35:313-323.
- Nernésio, A. 2008. *Removendo os impedimentos taxonômicos para estudos ecológicos com abelhas euglossinas (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) na Mata Atlântica brasileira*. Tese de doutorado – Ecologia. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais – Instituto de Ciências Biológicas. 280p.
- Nieser, N. & A.L. Melo. 1997. *Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais*. Belo Horizonte: UFMG. 177p.
- Nogueira-Neto, P. 1970. *A criação de abelhas indígenas sem ferrão*. 2 ed. São Paulo: Tecnapis. 365p.
- Nogueira-Neto, P. 1997. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo: Editora Nogueirapis. 445p.
- Ogren, R.E. & M. Kawakatsu. 1998. American Nearctic and Neotropical land planarian (Tricladida: Terricola) faunas. *Pedobiologia* 42:441-451.
- Oliveira, M.P. & M.N. Almeida. 2000. Inventário preliminar dos Moluscos do Estado de Minas Gerais, Brasil. *Strombus – Publicação Ocasional da Conquiliologistas do Brasil* 6:1-6.
- Papavero, N. 1971. *Essays on the history of Neotropical Dipterozoology with special reference to collectors*. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 446p.
- Paprocki, H., R.W. Holzenthal & R.J. Blahnik. 2004. Checklist of the Trichoptera (Insecta) of Brazil I. *Biota Neotropica* 4(1):1-22.
- Pena, M.S., N.C. Salgado & A.C.S. Coelho. 2005. New species of *Thaumastus* from Lagoa Santa region, Minas Gerais State, Brazil (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Bulimuloidea). *Iheringia, Série Zoologia* 95(1):21-24.
- Pinto-da-Rocha, R., M.B. Silva & C. Bragagnolo. 2005. Faunistic similarity and historic biogeography of the harvestmen of southern and southeastern Atlantic rain forest of Brazil. *Journal of Arachnology* 33:290-299.
- Platnick, N.I. 2008. *The world spider catalog, version 8.5*. American Museum of Natural History. Disponível em: <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>. Acesso em: 28 abr. 2008.
- Pointier, J. P. & D. Augustin. 1999. Biological control and invading freshwater snails. A case study. *CR Acad. Sci. Paris, Sciences de la Vie/Life Science* 322:1093-1098.
- Rambo, R.P., A.A. Agostini & C. Graeff-Teixeira. 1997. Abdominal angiostrongylosis in southern Brazil - prevalence and parasitic burden in mollusc intermediate host from eighteen endemic foci. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 92:9-14.
- Resh, V.H. 1995. Freshwater benthic macroinvertebrates and rapid assessment procedures for water quality monitoring in developing and newly industrialized countries, p.167-177. In: W.A.S.T. Davis (coord.). *Biological Assessment and Criteria*. Boca Raton: Lewis Publishers.
- Resh, V.H. & J.D. Unzicker. 1975. Water quality monitoring and aquatic organisms: the importance of species identification. *Journal of the Water Pollution Control Federation* 47:9-19.
- Righi, G. 1998. Oligoquetas, p.573-575. In: A.B.M. Machado, G.A.B. Fonseca, R.B. Machado, L.M.S. Aguiar & L.V. Lins (coord.). *Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 608p.
- Salánki, J., A. Farkas, T. Kamardina & K.S. Rózsa. 2003. Molluscs in biological monitoring of water quality. *Toxicology Letters* 140-141:403-410.
- Silberbauer-Gottsberger, I. & G. Gottsberger. 1988. A polinização de plantas do cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 48:65-1663.
- Silveira, F.A. & J.R. Cure. 1993. High altitude bee fauna of Southeastern Brazil: Implications for biogeographic patterns. (Hymenoptera: Apoidea). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 28:47-55.
- Silveira, F.A., A.F. Kumagai & M.A. Carneiro. 2006. *Biodiversidade de invertebrados em Minas Gerais: O estado atual do conhecimento taxonômico e sua utilização em estudos ambientais*. Belo Horizonte, Palestras do Congresso Mineiro de Biodiversidade [CD-ROM].
- Silveira, F.A., G.A.R. Melo & E.A.B. Almeida. 2002. *Abelhas brasileiras — sistemática e identificação*. Belo Horizonte: edição do autor. 253p.
- Simone, L.R.L. 1999a. Filo Mollusca, p.129-136. In: A.E. Migotto & C.G. Tiago (coord.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX: Invertebrados Marinhos*. São Paulo: Fapesp.
- Simone, L.R.L. 1999b. Moluscos gastrópodos, p.69-72. In: D. Ismael, W.C. Valenti, T. Matsumura-Tundisi & O. Rocha (coords.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX: Invertebrados de água doce*. São Paulo: Fapesp.
- Simone, L.R.L. 1999c. Mollusca Terrestres, p.3-8. In: C.R. Brandão & E.M. Cancellato (coord.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX: Invertebrados Terrestres*. São Paulo: Fapesp.
- Simone, L.R.L. 2006. *Land and freshwater molluscs of Brazil*. Vol. 1. São Paulo: EGB. 390p.
- Sluys, R. 1998. Land planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola) in biodiversity and conservation studies. *Pedobiologia* 42:490-494.

- Sluys, R. 1999. Global diversity of land planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Terricola): a new indicator-taxon in biodiversity and conservation studies. *Biodiversity and Conservation* 8(12):1663-1681.
- Soares, N.S., L.D.O. Almeida, C.A. Gonçalves, M.T. Marcolino & A.M. Bonetti. 2006. Survey of ants (Hymenoptera: Formicidae) in the urban area of Uberlândia, MG, Brazil. *Neotropical Entomology* 35:324-328.
- South, A. 1992. *Terrestrial Slugs. Biology, ecology and control*. London: Chapman & Hall. 428p.
- Souza, C.P., R.L. Caldeira, S.C. Drummond, A.L. Melo, C.T. Guimarães, D.M. Soares & O.S. Carvalho. 2001. Geographical distribution of *Biomphalaria* snails in the state of Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 96:293-302.
- Souza, C.P., L.C. Lima, L.K. Jannotti-Passos, S.S. Ferreira, C.T. Guimarães, I.B.F. Vieira & R. Mariani-Junior. 1998. Moluscos límnicos da microrregião de Belo Horizonte MG, com ênfase nos vetores de parasitoses. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 31:449-456.
- Strayer, D.L. 1999a. Freshwater mollusks and water quality. *Journal of the North American Benthological Society* 18: 1.
- Strayer, D.L. 1999b. Effects of alien species on freshwater mollusks in North America. *Journal of the North American Benthological Society* 18: 74-98.
- Thiengo, S. C., F.A. Faraco, N.C. Salgado, R.H. Cowie & M.A. Fernandez. 2007. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brasil. *Biological Invasions* 9:693-702.
- Thomé, J.W. 1993. Estado atual da sistemática dos Veronicellidae (Mollusca; Gastropoda) americanos, com comentários sobre sua importância econômica, ambiental e na saúde. *Biociências* 1: 61-75.
- Townes, H. 1969. The genera of Ichneumonidae – part I. *Memoirs of the American Entomological Institute* 11:1-300.
- Townes, H. & M. Townes. 1966. A catalogue and reclassification of the Neotropic Ichneumonidae. *Memoirs of the American Entomological Society* 8:1-367.
- Vaz-de-Mello, F.Z. 2000. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil, p.183-195. In: F. Martín-Piera, J.J. Morrone & A. Melic (coord.). *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000*. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Vidigal, T.H.D.A., M.M.G.S.M. Marques, H.P. Lima & F.A.R. Barbosa. 2005. Gastrópodes e bivalves límnicos do trecho médio da bacia do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana* 6:67-76.
- Wilson, E.O. 1987. Causes of ecological success: The case of the ants. *Journal of Animal Ecology* 56:1-9.
- Winsor, L., P.M. Johns & G.W. Yeates. 1998. Introduction, and ecological and systematic background, to the Terricola (Tricladida). *Pedobiologia* 42: 389-404.
- Wise, D.H. 2003. *Spiders in ecological webs*. Cambridge: Cambridge University Press. 328p.

# Análise do Banco de Dados

da área temática “Diversidade de Invertebrados Terrestres”

## Perfil dos Pesquisadores Cadastrados

Um total de 60 pesquisadores da área temática “Diversidade de Invertebrados Terrestres” se cadastraram no Banco de Dados do projeto de estruturação do Biota Minas. Destes, cerca de 62% reportaram desenvolver pesquisa em 27 áreas/subáreas do conhecimento (Quadro 1), segundo a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com destaque para as linhas de Taxonomia dos Grupos Recentes (29), Zoologia (14), Ciências Biológicas (12), Conservação das Espécies Animais (12), Ecologia de Ecossistemas (12).

**Quadro 1.** Resultado da pesquisa sobre as principais linhas de pesquisa desenvolvidas pelos pesquisadores da área “Diversidade de Invertebrados Terrestres”

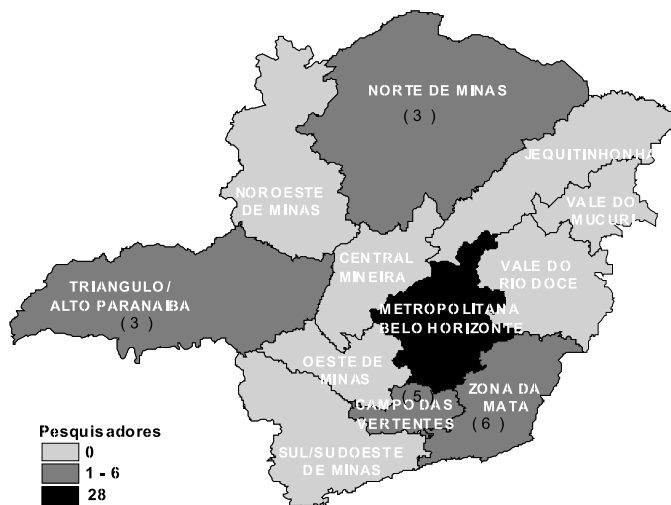
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Taxonomia dos Grupos Recentes	22
Zoologia	12
Ecologia de Ecossistemas	11
Ecologia	10
Ecologia Aplicada; Ciências Biológicas; Conservação das Espécies Animais	9
Comportamento Animal	8
Morfologia dos Grupos Recentes	7
Ecologia Teórica; Entomologia Agrícola	3

continua >

continuação

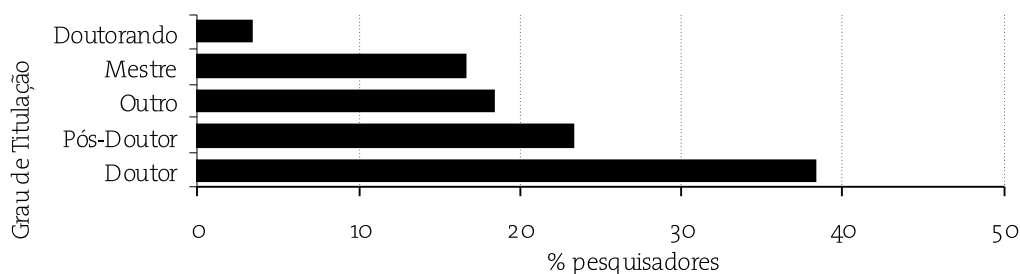
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Citologia e Biologia Celular; Controle Populacional de Animais; Helmintologia de Parasitos; Biologia Geral; Genética Animal	2
Ciências Agrárias; Agronomia; Entomologia e Malacologia de Parasitos e Vetores; Zoologia Aplicada; Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção; Fitossanidade; Métodos e Técnicas de Ensino; Paleozoologia; Parasitologia Saúde Pública; Entomologia Agrícola - Acarologia	1

No que diz respeito à distribuição locacional dos pesquisadores no Estado de Minas Gerais (Figura 1), considerando as mesorregiões de planejamento do IBGE, a grande maioria dos pesquisadores que responderam à consulta possui vínculo com instituições localizadas na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (28 pesquisadores), seguida das mesorregiões Zona da Mata (6), Campo das Vertentes (5), Triângulo/Alto Paranaíba e Norte de Minas, com três pesquisadores.



**Figura 1.** Distribuição locacional dos pesquisadores segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE, para a área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N=45).

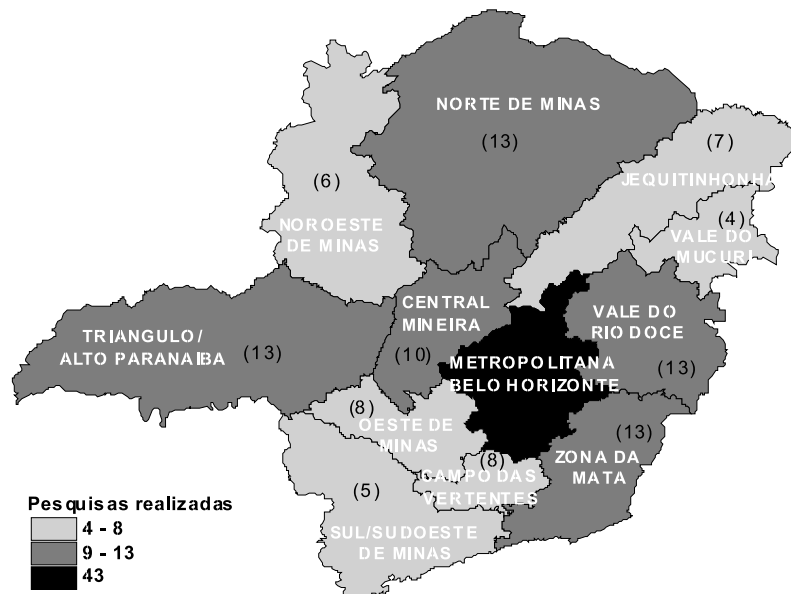
Quanto à titulação dos pesquisadores que se cadastraram na consulta (Figura 2), 38% apresentaram grau de Doutor, Pós-Doutor (23%) e Mestre (17%); os doutorandos representaram 3% e um total de 18% dos pesquisadores cadastrados indicaram a opção “outro” para os certificados de formação obtidos.



**Figura 2.** Grau de titulação dos pesquisadores cadastrados para o grupo temático Diversidade de Invertebrados Terrestres (N=60).

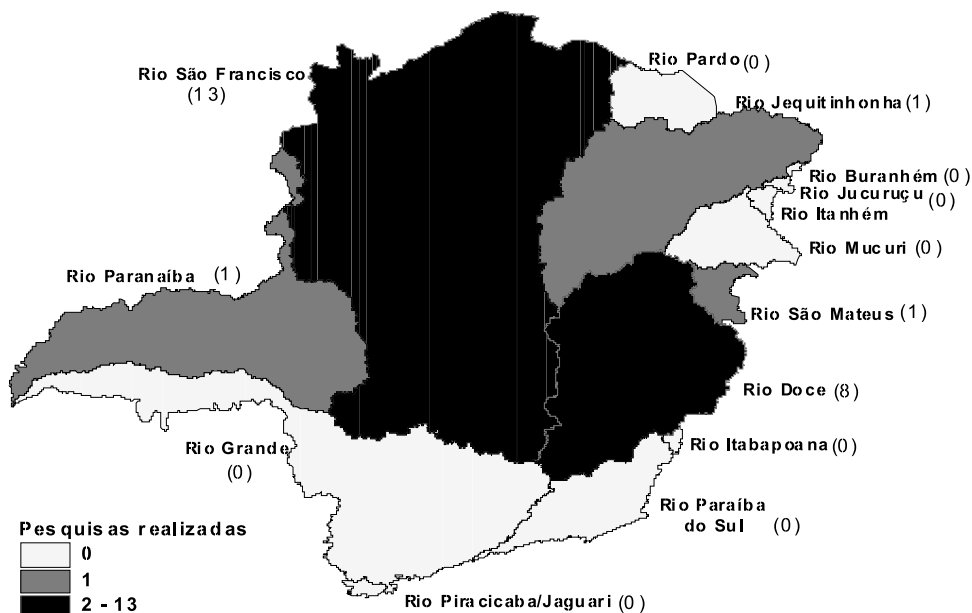
## Pesquisas desenvolvidas e lacunas existentes

Ao todo, foram cadastradas 143 pesquisas desenvolvidas no Estado de Minas Gerais envolvendo o tema Diversidade de Invertebrados Terrestres. Destas, aproximadamente 25% relacionam-se à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 3). Do restante, as mesorregiões Zona da Mata, Vale do Rio Doce, Norte de Minas, Triângulo/Alto Paranaíba e Central Mineira registraram o maior número de pesquisas cadastradas. Por outro lado, as mesorregiões Vale do Mucuri, Sul/Sudoeste de Minas, Noroeste de Minas, Jequitinhonha, Oeste de Minas e Campo das Vertentes representaram áreas menos pesquisadas. Relacionando-se a distribuição das pesquisas às bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Figura 4), das pesquisas que apontaram sua localização com base nesta unidade de planejamento territorial, a maior parte (88%) foi realizada nas bacias dos rios Doce e São Francisco. Para as bacias dos rios Pardo, Jequitinhonha, São Mateus e Paranaíba, apenas uma pesquisa em cada uma dessas bacias foi registrada. Para as demais bacias do Estado, nenhuma pesquisa foi cadastrada.

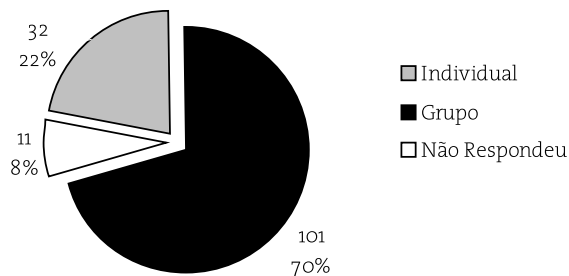


**Figura 3.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por mesorregião do IBGE, para a área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 143).

Quanto ao grau de participação nas pesquisas, se individual ou em grupo, a maioria das respostas foi para pesquisas realizadas em grupo (70%), enquanto que apenas 22% do total foram desenvolvidas individualmente (Figura 5).

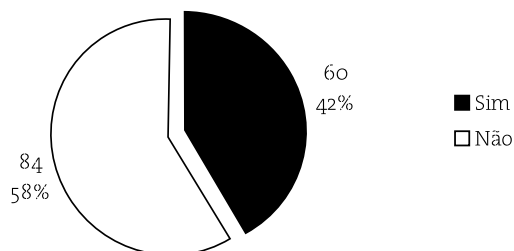


**Figura 4.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por bacia hidrográfica do Estado de Minas Gerais, para a área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N=24).

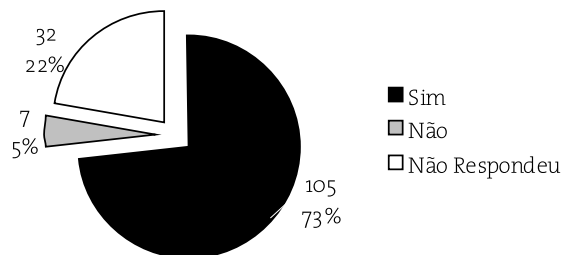


**Figura 5.** Grau de participação das pesquisas (número e percentagem) da área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 143).

Sobre o desenvolvimento das pesquisas nas Unidades de Conservação do Estado, somente 42% das pesquisas foram realizadas em Unidades de Conservação (Figura 6) e, em 73% das mesmas, o material foi depositado em coleções (Figura 7). Destas, aproximadamente um terço localiza-se fora do Estado de Minas Gerais.



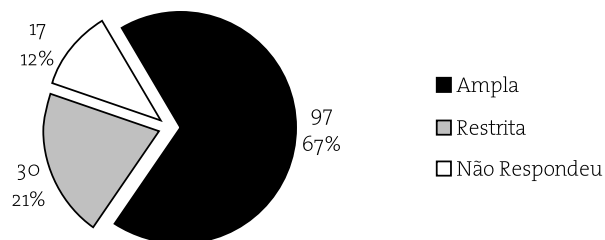
**Figura 6.** Número e porcentagem de pesquisas realizadas em Unidades de Conservação (número e porcentagem), da área temática de Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 143).



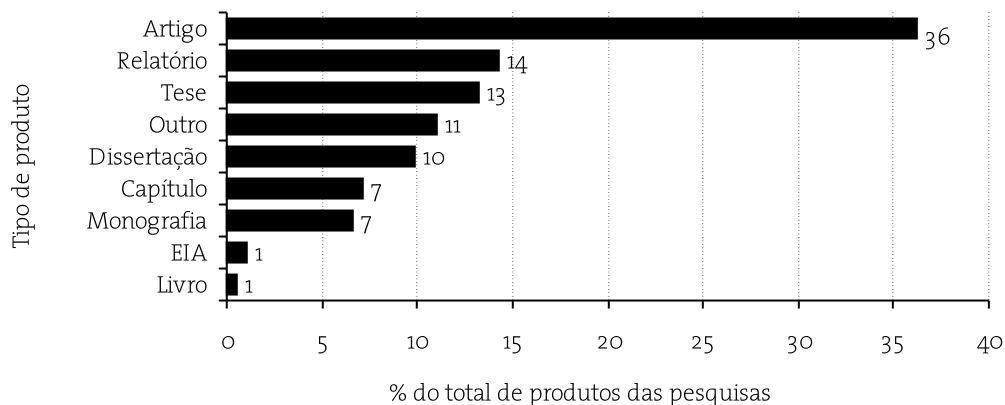
**Figura 7.** Número e porcentagem de pesquisas da área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres, com material biológico depositado em coleções (N = 143).

Com relação à acessibilidade aos resultados das pesquisas, 67% delas se enquadraram na categoria de amplo acesso, enquanto que apenas 21% têm acesso restrito (Figura 8). A maioria dos produtos gerados pelas pesquisas (Figura 9) foi no formato de artigo científico (36%), relatório técnico (14%) e tese (13%).



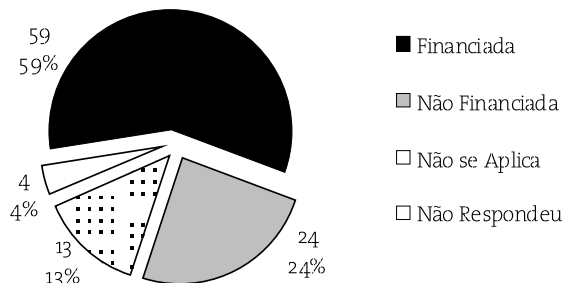


**Figura 8.** Nível de acessibilidade aos resultados das pesquisas (número e porcentagem) da área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 143).



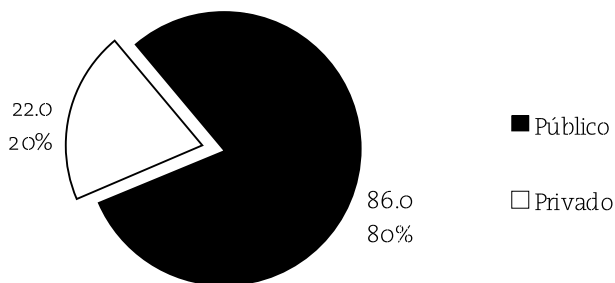
**Figura 9.** Modalidades de produtos resultantes das pesquisas da área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 182).

Sobre o item “Financiamento” (Figura 10), mais da metade das pesquisas cadastradas (59%) tiveram aporte de financiamento, enquanto que apenas 24% não tiveram apoio financeiro.



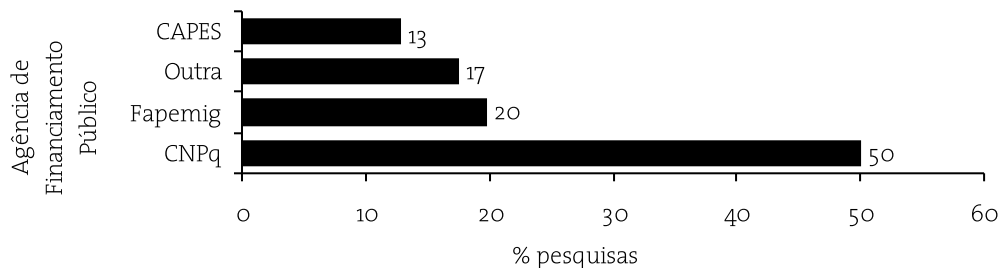
**Figura 10.** Número e Percentagem de pesquisas, com ou sem aporte de financiamento, para a área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 143).

Das pesquisas financiadas (Figura 11), cerca de 80% do financiamento foram originados de instituições públicas, enquanto que apenas 20% das pesquisas foram financiadas por fontes privadas.



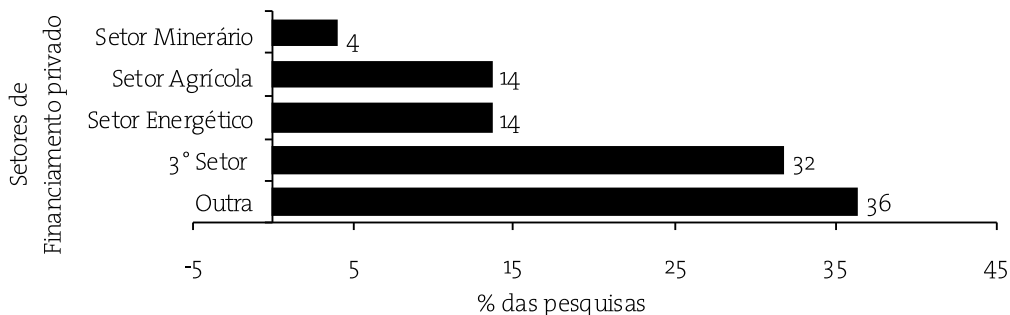
**Figura 11.** Número e Percentagem das pesquisas financiadas, segundo a origem do financiamento, para a área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 108).

Dos financiamentos públicos, 63% foram de instituições públicas em âmbito nacional, CNPq (50%) e CAPES (13%), enquanto que 20% das pesquisas foram financiadas pela FAPEMIG, da esfera estadual. A opção “outras” foi assinalada para 17% das pesquisas com aporte de financiamento do setor público (Figura 12).



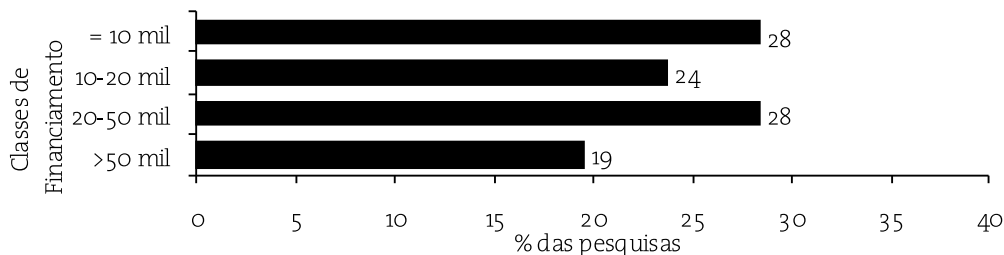
**Figura 12.** Percentagem de pesquisas financiadas por instituições públicas, para a área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 86).

Em relação aos financiamentos aportados por setores privados da economia (Figura 13), a maior porcentagem das pesquisas (36%) apontou a opção “outro”, o que significa que o financiamento foi de origem distinta dos setores listados no questionário – Minerário, Energético, Agrícola e Terceiro Setor. O Terceiro Setor contribuiu com 32% das pesquisas com financiamento privado.



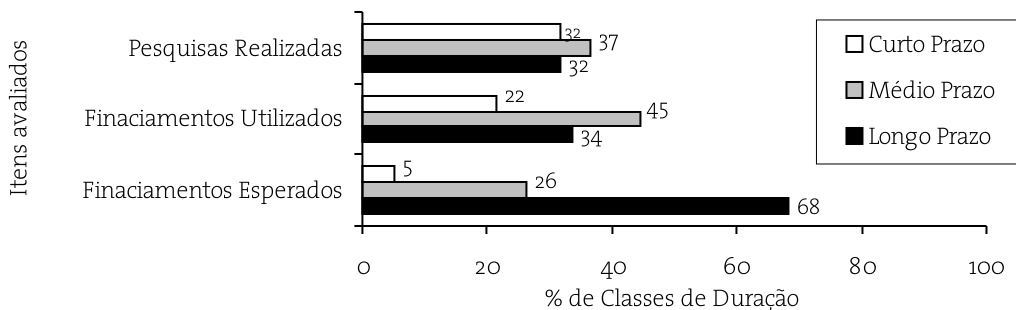
**Figura 13.** Percentagem de pesquisas financiadas pelo setor privado, para a área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 22).

No que diz respeito aos valores dos financiamentos recebidos, dentre os projetos que aportaram a informação, 28% receberam financiamento tanto para a classe de 20 a 50 mil reais quanto para a classe de menos de 10 mil reais; 24% indicaram valores na classe de 10 a 20 mil reais e 19% na classe de mais de 50 mil reais (Figura 14).



**Figura 14.** Percentagem de pesquisas com aporte de financiamento, segundo classes de valores, para a área temática de Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 66).

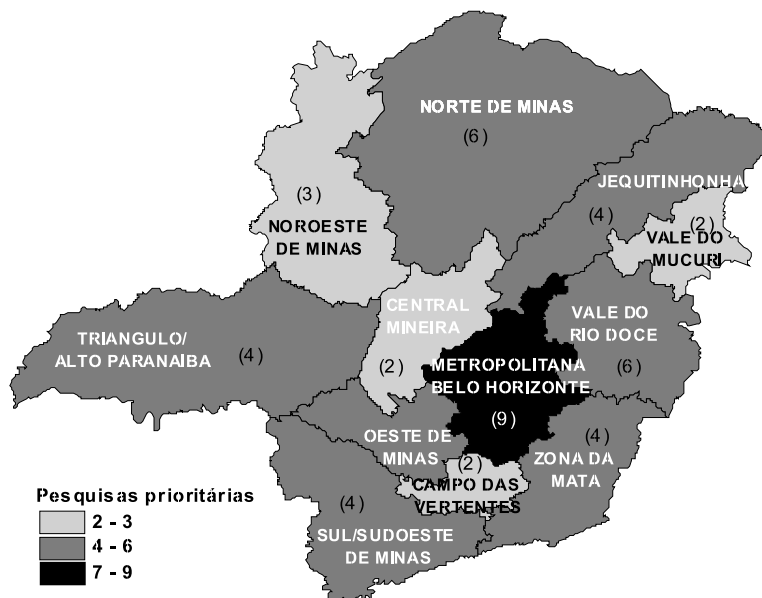
Considerando a informação sobre a duração das pesquisas, 37% foram realizadas em médio prazo (37%) e 32%, tanto a curto quanto a longo prazo (Figura 15). No entanto, entre as pesquisas com financiamentos aportados, este dado se altera: as pesquisas de médio prazo representam 45%, seguidas das de longo prazo (34%) e de curto prazo (22%). Por outro lado, com relação à duração dos financiamentos esperados no futuro, 68% das respostas foram para a classe de longo prazo, 26% para médio prazo e apenas 5% para curto prazo.



**Figura 15.** Percentagem do tempo de duração de pesquisas realizadas (N = 101), financiamentos utilizados (N = 74) e financiamentos esperados (N = 124), da área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres. Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos e Longo Prazo = mais de 3 anos.

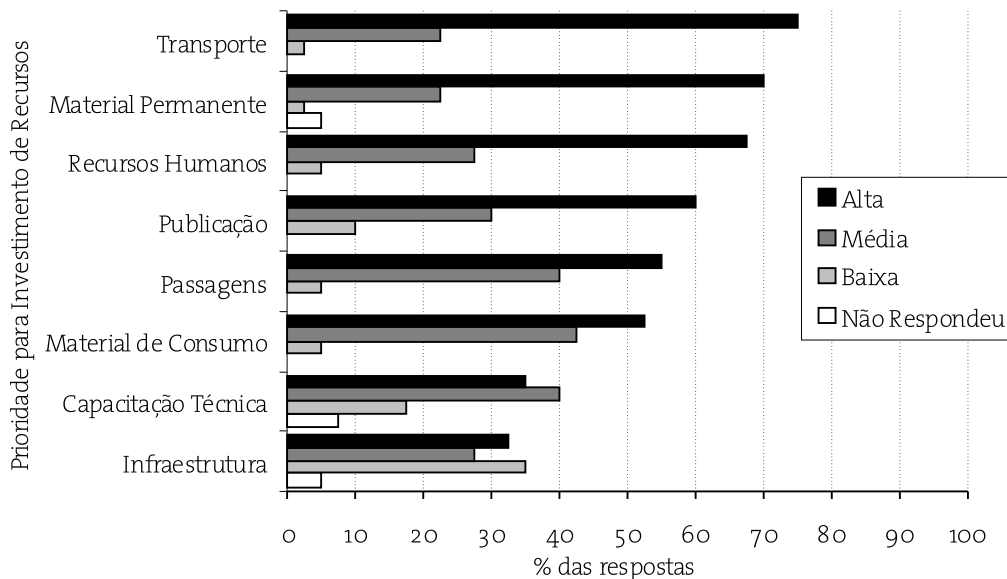
## Pesquisas e recursos prioritários

Os pesquisadores cadastrados no Banco de Dados indicaram um total de 41 pesquisas prioritárias para o Estado, distribuídas segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (Figura 16). A mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte concentrou a maior parte das pesquisas indicadas, seguida das mesorregiões Norte de Minas, Zona da Mata, Jequitinhonha, Vale do Rio Doce, Oeste de Minas e Triângulo/Alto Paranaíba. As mesorregiões que tiveram o menor número de pesquisas relacionadas foram Noroeste de Minas, Campo das Vertentes, Central Mineira e Vale do Mucuri.



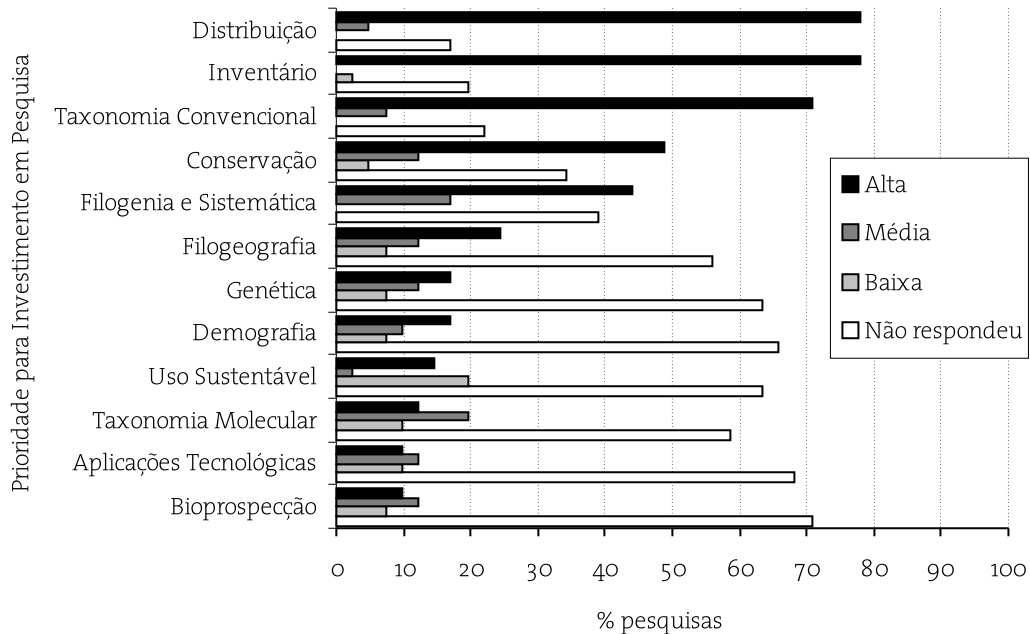
**Figura 16.** Distribuição geográfica das pesquisas prioritárias em Minas Gerais, segundo mesorregiões do IBGE, para a área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N=50).

Sobre o grau de prioridade atual dos financiamentos em relação aos insumos necessários à execução das pesquisas prioritárias para a área temática (Figura 17), os itens Transporte (75%), Material Permanente (70%), Recursos Humanos (67%), Publicação (60%), Passagens (55%) e Material de Consumo (52%) foram mais indicados como de alta prioridade. Destacaram-se ainda, como de prioridade média, o item Capacitação Técnica (40%), e como de baixa prioridade, o item Infraestrutura (36%).



**Figura 17.** Grau de prioridade atual dos financiamentos relativos aos insumos necessários à execução de pesquisas da área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 40).

Dentre as pesquisas indicadas como prioritárias (Figura 18), destacaram-se como de **alta prioridade** para financiamento aquelas nas linhas de Distribuição e Inventário (78%, ambos), Taxonomia Convencional (70%), Conservação (49%), Filogenia e Sistemática (44%), Filogeografia (25%), Genética e Demografia (ambas com 18%). Como de **média prioridade** de financiamento, destaque para Taxonomia Molecular (19%), Aplicações Tecnológicas e Bioprospecção (12%, ambas) e como de baixa prioridade, Uso Sustentável (19%).



**Figura 18.** Percentagem de tipos de pesquisa considerados com prioridade alta, média e baixa para investimento de recursos pelos pesquisadores da área temática “Diversidade de Invertebrados Terrestres” (N = 41).

# Contexto Bioespeleológico

Rodrigo L. Ferreira<sup>1</sup>

Marconi Souza Silva<sup>2</sup>

Leopoldo F. de Oliveira Bernardi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras

<sup>2</sup> Centro Universitário de Lavras

<sup>3</sup> Consultor Autônomo.

O potencial espeleológico brasileiro é indiscutível. Estima-se que podem existir mais de 100.000 cavernas em todo o país, das quais cerca de 5.000 encontram-se cadastradas (Auler *et al.*, 2001). Destas, apenas uma parte (cerca de 800 cavernas) já foi inventariada biologicamente.

A fauna cavernícola brasileira começou a ser relativamente bem estudada a partir da década de 1980 (Dessen *et al.*, 1980; Chaimowicz, 1984; Chaimowicz, 1986; Trajano, 1987, 1991; Trajano & Moreira, 1991; Pinto-da-Rocha, 1995). Poucas cavernas, entretanto, foram estudadas intensivamente, todas elas cavernas calcárias (Trajano, 1987; Ferreira & Pompeu, 1997; Bichuette & Santos, 1998; Ferreira & Martins, 1998, 1999; Prous, 2005; Ferreira 2005).

Destas, cerca de 800 cavidades foram contempladas em estudos biológicos no país, e apenas uma pequena fração pode ser considerada bem conhecida do ponto de vista ecológico. A maioria dos estudos biológicos realizados em cavernas brasileiras restringiu-se a simples levantamentos da fauna. Há alguns anos, o registro da fauna cavernícola brasileira coletada desde o início do século foi apresentado em um trabalho publicado nos “Papéis Avulsos de Zoologia” da Universidade de São Paulo (Pinto-da-Rocha, 1995). Tal listagem registrou 613 espécies, dentre as quais 537 invertebrados e 76 vertebrados. Vários trabalhos realizados posteriormente ampliaram consideravelmente esta listagem (Ferreira & Pompeu, 1997; Ferreira & Martins, 1998, 1999, 2000, 2001; Ferreira *et al.*, 2000; Gomes *et al.*, 2000; Ferreira & Horta, 2001; Silva, 2006; Machado *et al.*, 2003; Prous *et al.*, 2004;



Souza-Silva *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2005a, b; Bahia & Ferreira, 2005; Machado & Ferreira, 2005; Ferreira, 2005; Trajano, 2000; Souza-Silva, 2003; Souza-Silva *et al.*, 2005; Zeppelini *et al.*, 2003).

Considera-se, atualmente, que existem mais de 4.000 espécies registradas em cavernas brasileiras, considerando os inventários realizados nos últimos anos. No entanto, embora este número seja bastante superior ao apresentado por Pinto da Rocha (1995), acredita-se que corresponda apenas a uma ínfima fração do total de espécies que se associam aos ecossistemas subterrâneos brasileiros, tendo em vista principalmente o grande potencial espeleológico do país.

Do total de espécies coletadas em cavernas brasileiras, apenas uma pequena parte é troglóbia. Nestas espécies é que se concentrou grande parte do esforço para entender a bioespeleologia nacional. Espécies como *Pimelodella kronei* e *Pimelodella spelaea* (Heptapteridae), *Trichomycterus itacarambiensis* (Trichomycteridae), *Aegla cavernicola* (Aeglidae), *Poticoara brasiliensis*, (Peracarida), *Potamolitus troglobius* (Hydrobiidae), dentre outras, foram e têm sido detalhadamente estudadas, resultando em preciosas contribuições para a compreensão da biologia e evolução destas espécies.

Enfatiza-se, todavia, que o número de espécies troglóbias conhecidas no Brasil é apenas uma pequena fração do total existente. Levando-se em consideração o número total de espécies conhecidas em cavernas brasileiras em relação ao número de cavernas potencialmente existentes no país, pode-se esperar que nossas cavernas ainda contenham muitas centenas de espécies troglóbias.

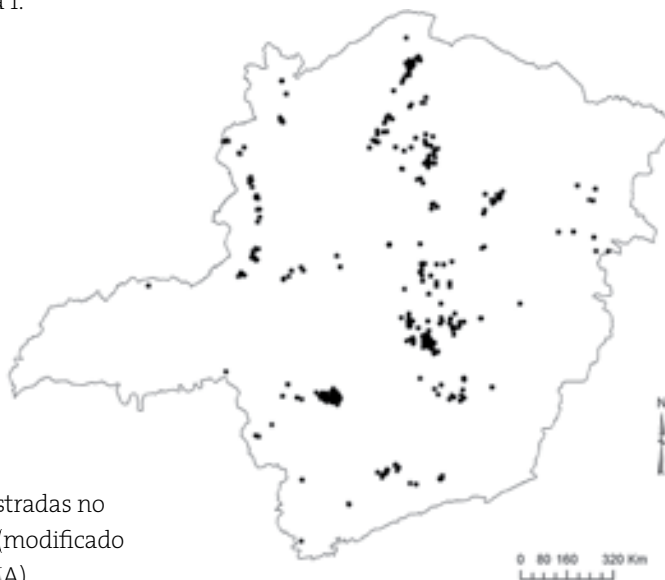
## **O Contexto Bioespeleológico do Estado de Minas Gerais**

O trabalho de revisão da fauna cavernícola brasileira previamente citado (Pinto-da-Rocha, 1995) sumariza dados coletados em 282 cavernas, dentre as quais 57 presentes no Estado de Minas Gerais. Tais dados não provêm, entretanto, de amostragens padronizadas, de modo que muitas destas cavernas foram citadas como sendo localidade tipo de uma ou poucas espécies. Tal fato justifica o número extremamente baixo de taxa associado ao número expressivo de cavidades. Além disto, outros trabalhos publicados após 1995 acrescentaram novos registros a este inventário (Álvares & Ferreira, 2002; Ferreira & Pompeu, 1997; Ferreira & Martins, 1997; Ferreira, 1998; Ferreira & Martins, 1999, 2000, 2001; Ferreira *et al.*, 2000; Ferreira, 2000; Gomes *et al.*, 2000; Ferreira &

Horta, 2001; Machado *et al.*, 2003; Prous *et al.*, 2004; Souza-Silva *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2005a, b; Bahia & Ferreira, 2005; Machado & Ferreira, 2005).

Os estudos de fauna cavernícola desenvolvidos no Estado de Minas Gerais, principalmente a partir do ano de 1999, vêm gerando uma quantidade expressiva de informações concernentes à fauna de cavernas brasileiras, dentre as quais se destacam as cavernas mineiras. Ferreira (2004) listou mais de 3.000 espécies de invertebrados encontrados em cavernas, quase todas situadas no Estado de Minas Gerais. Este grande número de novos registros, adicionados ao anterior, aponta para o expressivo potencial biológico das cavernas mineiras. Além disso, é testemunha de uma situação de quase total desconhecimento da fauna cavernícola do nosso país, devido, em grande parte, à escassez de bioespeleólogos.

O Estado de Minas Gerais apresenta o maior número de cavernas cadastradas comparado aos demais Estados brasileiros. Além disso, apresenta as duas áreas com a maior concentração de cavernas do Brasil, que correspondem à província cárstica de Arcos/Pains/Doresópolis (oeste do Estado) e à APA carste de Lagoa Santa (centro do Estado). As cavernas cadastradas em Minas Gerais são mostradas na figura 1.

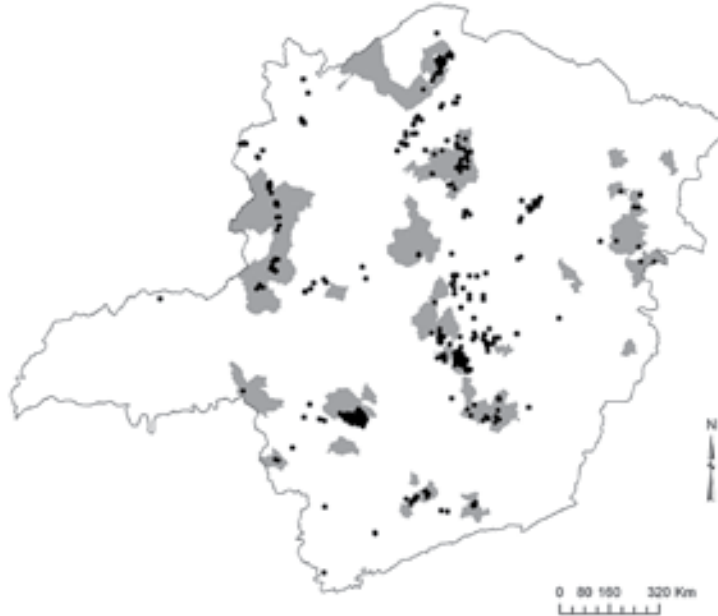


**Figura 1.** Cavernas cadastradas no Estado de Minas Gerais (modificado da base do CECAV/IBAMA).

Os registros de municípios do Estado com cavernas inventariadas biologicamente são apresentados na figura 2. Estes inventários foram realizados, até o momento, em 435 cavidades distribuídas em 54 municípios do Estado de Minas Gerais (Pinto-da-Rocha, 1995; Ferreira & Pompeu, 1997; Ferreira & Martins, 1997; CPRM, 1998; Ferreira, 1998; Ferreira & Martins, 1999, 2000, 2001; Ferreira *et al.*, 2000; Ferreira, 2000; Gomes *et al.*, 2000; Ferreira & Horta, 2001; Ferreira, 2005).

As cavernas não foram inventariadas de forma homogênea ao longo das diferentes regiões do Estado. Desta forma, do total de cavernas inventariadas, 257 estão na região centro-oeste, 97 cavernas na região central, 25 na região norte, 14 na região do Jequitinhonha-Mucuri, 12 na região da Zona da Mata, 11 na região sul, nove na região nordeste, sete na região do Alto Paranaíba e três na região do Rio Doce.

As litologias também foram bastante variáveis (Figura 3). Do total de cavernas inventariadas no Estado, 82% eram calcárias, 7,2% ferruginosas, 6,9% quartzíticas, 3% graníticas, 0,45% areníticas e 0,45% gnáissicas.



**Figura 2.** Municípios com cavernas nas quais foram realizados inventários biológicos no Estado de Minas Gerais.

A composição faunística das cavernas de Minas Gerais mostra-se bastante variável, existindo espécies mais ubíquas e outras mais restritas a uma ou outra área. Dentre os gêneros mais ubíquos podemos destacar: *Endecous* sp., *Zelurus* sp., *Ctenus* sp., *Enoploctenus* sp., *Loxosceles* sp., dentre outros. Tais organismos são troglófilos bem distribuídos por cavernas brasileiras (Dessen *et al.*, 1980; Ferreira, 2004; Trajano, 1987; Pinto-da-Rocha, 1995), o que vem explicar a ocorrência bem marcante em cavernas de todo o Estado.

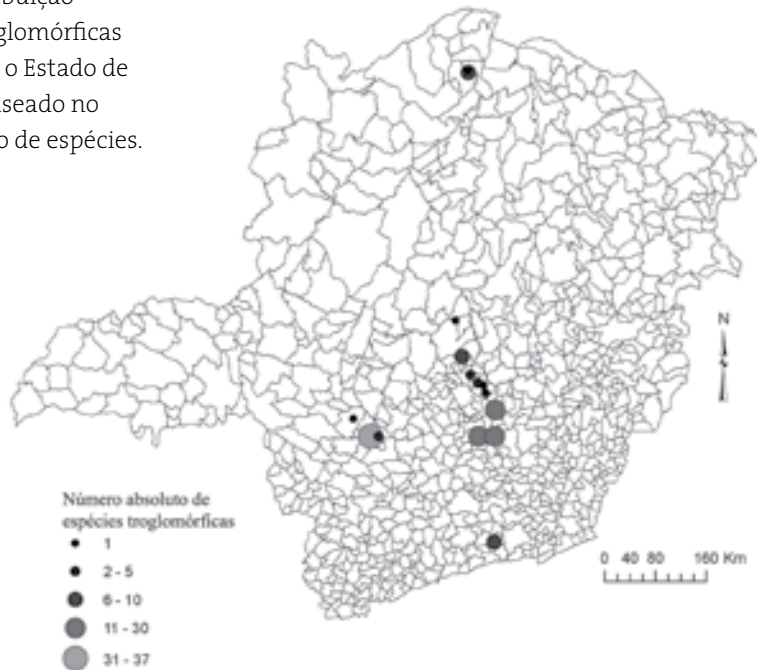
Até o momento já foram registradas 165 troglomórficas no Estado de Minas Gerais (Pinto-da-Rocha, 1995; Ferreira, 2004; Ferreira, 2005). A grande maioria ainda não se encontra descrita, dada a carência de taxonomistas. Tais espécies foram evidenciadas principalmente nas áreas mais bem inventariadas do Estado.

**Figura 3.** Litologia das cavernas inventariadas no Estado de Minas Gerais.



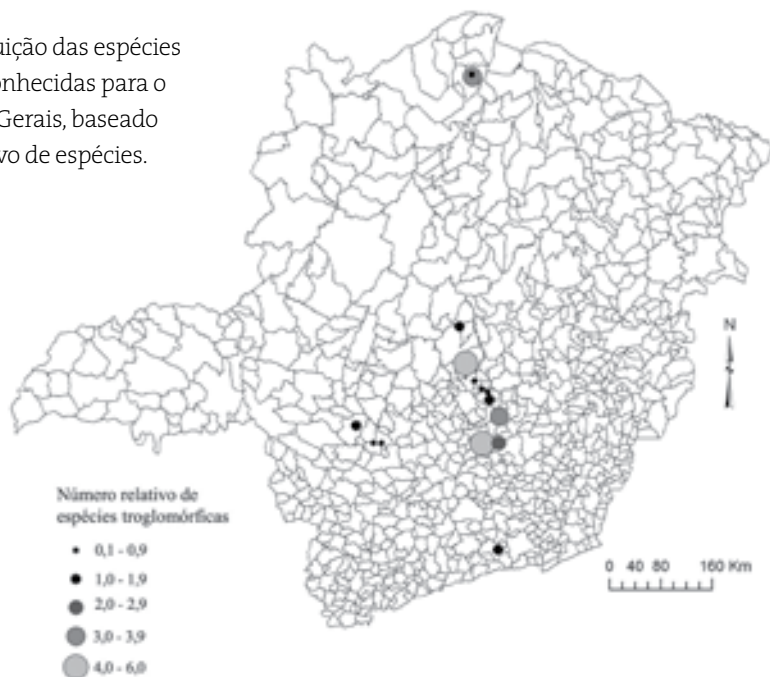
As espécies troglomórficas também não se distribuem de forma homogênea no Estado. Algumas regiões mostram grande quantidade de espécies pertencentes a esta categoria, enquanto outras apresentam somente uma ou poucas espécies (Figura 3.1). O número absoluto de espécies troglomórficas deve ser, entretanto, relacionado ao número de cavernas inventariadas em cada área, visando maior possibilidade de comparação entre as diferentes áreas. Desta forma, embora o número absoluto de espécies troglomórficas seja um dado obviamente relevante, compreende-se que o número relativo (quantidade de espécies troglomórficas dividido pelo número de cavernas inventariadas no município) é mais informativo (Figura 4).

**Figura 3.1.** Distribuição das espécies troglomórficas conhecidas para o Estado de Minas Gerais, baseado no número absoluto de espécies.



Dentre as cavernas de diferentes litologias, aquelas que têm se destacado no Estado como mais ricas em espécies troglóbias têm sido as cavernas ferruginosas, com 88 espécies troglomórficas (Ferreira, 2005). Tais cavernas (inventariadas) concentram-se nos municípios de Nova Lima, Moeda e Itabirito. Embora o conhecimento acerca da fauna associada a cavernas de minério de ferro seja ainda incipiente, indicativos preliminares já demonstram a elevada diversidade da fauna e considerável riqueza de grupos endêmicos quando comparadas a cavidades associadas a outras litologias. Entretanto, é válido mencionar que os estudos bioespeleológicos no Estado concentraram-se, historicamente, em cavernas calcárias, de modo que muito ainda existe para ser descoberto nas cavernas quartzíticas, areníticas e graníticas de Minas Gerais.

**Figura 4.** Distribuição das espécies troglomórficas conhecidas para o Estado de Minas Gerais, baseado no número relativo de espécies.



Merece menção a região de Cordisburgo, onde se localiza a famosa Lapa Nova de Maquiné, importante caverna turística brasileira. Esta caverna foi a primeira a receber infraestrutura específica para o turismo no país. Nesta cavidade, bem como em outras da região, foram encontradas várias espécies troglomórficas. Comparando-se o reduzido número de cavernas biologicamente inventariadas no município associado à grande quantidade de espécies troglomórficas já evidenciada, nota-se a posição de destaque deste município no contexto estadual, quando se refere ao número relativo de espécies troglomórficas (Figura 4). Merece destaque, também, o município de Moeda, com elevado número relativo de espécies troglomórficas. As cavernas presentes nesta área são ferruginosas.

## **Áreas Prioritárias para a Investigação Biospeleológica no Estado de Minas Gerais**

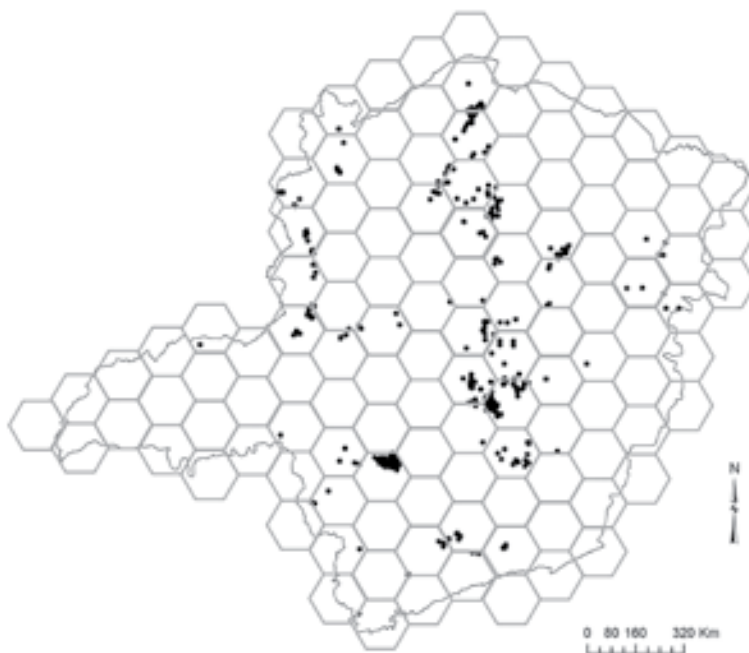
Há pelo menos três critérios básicos que devem ser considerados quando se pretende propor um mapeamento das áreas prioritárias para a investigação da biota subterrânea de uma determinada área: a) o grau de desconhecimento da área como um todo, aqui referido como áreas correspondentes a: “lacunas inventariadas”; b) as regiões que se destacam pela elevada riqueza de espécies troglomórficas; e c) as regiões com grande concentração de cavernas.

Quando se considera o grau de conhecimento acerca da biota subterrânea do Estado de Minas Gerais, percebe-se claramente que há enormes “lacunas” inventariadas, isto é, extensas áreas que possuem muitas cavernas, mas que ainda não foram contempladas por estudos biológicos. Muitas destas áreas podem possuir elevada diversidade e mesmo abrigar muitas espécies novas e endêmicas, de forma que é fundamental que se invista em pesquisa científica nestas áreas.

Visando a determinação de quais áreas apresentam-se como as principais “lacunas inventariadas” no Estado, foi realizado um mapeamento dessas áreas, baseado na sobreposição do mapa de ocorrência de cavernas (Figura 1) com o mapa de municípios com cavernas inventariadas no Estado (Figura 2). Tal sobreposição gerou um mapa único, no qual é possível visualizar áreas onde existem muitas cavernas que não foram biologicamente inventariadas. No intuito de possibilitar a distinção de áreas específicas ao longo do Estado, uma rede de polígonos hexagonais foi traçada sobre a área correspondente ao Estado de Minas Gerais. Optou-se por um padrão de reticulação baseado em hexágonos, para que o

contorno do Estado pudesse ser mais bem definido. Cada hexágono possui uma área correspondente a aproximadamente 9.000 km<sup>2</sup>. Tal área foi definida de forma a contemplar regiões que abrangessem unidades espeleológicas representativas dentro do Estado.

A partir do mapa gerado anteriormente (Figura 5) foram atribuídas tonalidades aos diferentes hexágonos, de acordo com a prioridade e necessidade de execução de inventários bioespeleológicos em cada área (Figura 6). Os hexágonos tingidos de **cinza escuro** representam áreas altamente prioritárias para a realização de inventários bioespeleológicos, dada a grande concentração de cavernas e a quase inexistência de cavernas inventariadas. Os hexágonos tingidos de **cinza claro**



**Figura 5.** Rede de polígonos hexagonais traçada sobre o Estado de Minas Gerais. Os pontos negros representam as cavernas cadastradas; as áreas cinzentas representam municípios onde cavernas já foram inventariadas.



representam áreas de prioridade secundária, onde não existem inventários bioespeleológicos, mas a quantidade de cavernas não é tão expressiva quanto nas áreas mencionadas anteriormente. Finalmente, existem dois hexágonos tingidos de **preto**, que representam as duas maiores concentrações de cavernas do Estado. A área mais a sudoeste compreende a província cárstica Arcos/Pains/Doresópolis; a área mais central compreende a região localizada ao norte da APA carste de Lagoa Santa. Nestas áreas há cavernas biologicamente inventariadas, mas a grande quantidade de cavernas acaba denotando a relevância destas áreas, que também devem ser consideradas prioritárias para a investigação.



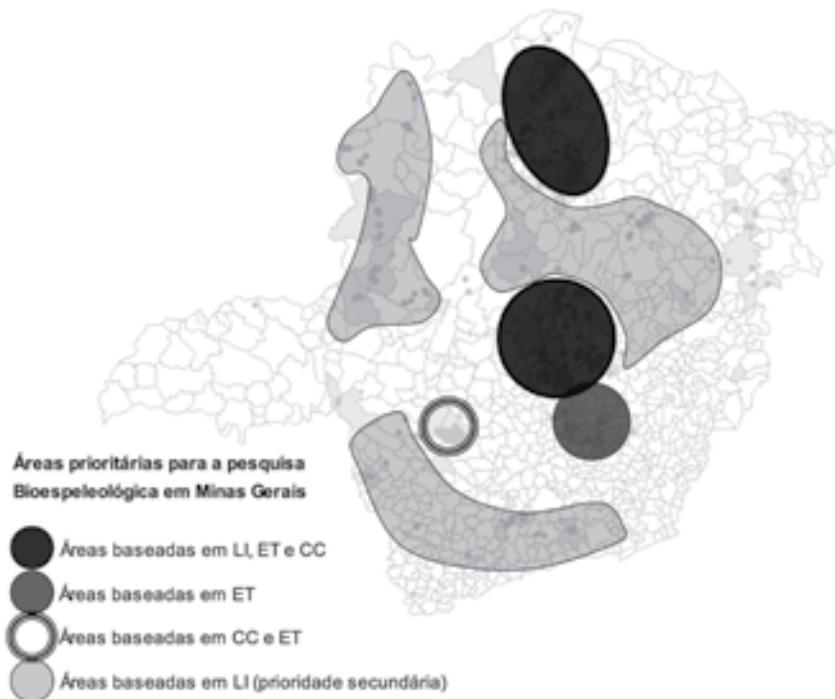
**Figura 6.** Rede de polígonos hexagonais traçada sobre o Estado de Minas Gerais. Os hexágonos tingidos de cinza escuro representam áreas altamente prioritárias para a realização de inventários bioespeleológicos; os hexágonos tingidos de cinza claro representam áreas de prioridade secundária; os hexágonos tingidos de preto representam as duas maiores concentrações de cavernas do Estado.

Como mencionado anteriormente, a determinação de áreas prioritárias para a investigação bioespeleológica deve basear-se não somente nas lacunas inventariais e na concentração de cavernas, mas também nas áreas onde se concentram espécies troglomórficas (Figura 3 e 4). Tais áreas podem ainda revelar novas espécies pertencentes a esta categoria, que certamente merecem destaque pelas especializações que costumam apresentar (resultantes da evolução associada aos ambientes subterrâneos). Além disso, é válido mencionar que espécies troglomórficas geralmente apresentam elevado endemismo, sendo restritas a uma ou poucas cavernas. Desta forma, são altamente vulneráveis à extinção caso o habitat venha a ser modificado ou destruído. Salienta-se, pois, a necessidade urgente destes inventários para que novas espécies possam ser evidenciadas, descritas e protegidas.

Além disso, a quase totalidade das espécies reconhecidas como troglomórficas no Estado compreendem provavelmente os chamados “troglóbios avançados”, que já colecionam modificações morfológicas obtidas ao longo da evolução em isolamento em habitats subterrâneos. No entanto, o conceito de troglóbio refere-se à ocorrência exclusiva em habitats subterrâneos, e não a quaisquer modificações morfológicas que eventualmente podem possuir. Sendo assim, podem existir espécies troglóbias em Minas Gerais que não apresentam troglomorfismos e que, por desconhecimento da efetiva constituição da fauna externa do estado, não são consideradas troglóbias, já que não é possível definir se ocorrem ou não exclusivamente no meio subterrâneo. Em muitas partes do mundo conhecem-se grupos com inúmeras espécies troglóbias que não apresentam troglomorfismo, sendo chamados de “troglóbios recentes”, como o caso de muitas espécies de coleópteros Cholevidae e Carabidae presentes em cavernas do carste Dinárico (Zagmajster, 2008). Desta forma, é também fundamental a realização de inventários faunísticos (especialmente de invertebrados) em porções epígeas de áreas cársticas, para que se conheça a constituição dos taxa externos e se possa, com isso, ter um diagnóstico mais confiável das espécies efetivamente troglóbias presentes.

Baseado nos três critérios anteriormente mencionados (lacunas inventariais, presença de espécies troglomórficas e concentração de cavernas), foi proposto um zoneamento do Estado de Minas Gerais que resultou da sobreposição das áreas que se destacam em cada uma destas modalidades de prioridade. O mapa-síntese apresenta áreas com diferentes tonalidades, que representam as áreas prioritárias para a investigação bioespeleológica no Estado (Figura 7).

Nesta perspectiva, quatro grandes regiões podem ser destacadas no Estado de Minas Gerais como de elevada prioridade para a investigação biospeleológica. Duas destas regiões compreendem a porção inicial e final do grande “corredor” carbonático que se inicia na área do circuito das grutas (nas proximidades de Belo Horizonte) e estende-se até o norte do Estado (região de Montalvânia). Tanto a região do circuito das grutas quanto a região centro-norte do Estado apresentam elevada prioridade



**Figura 7.** Áreas prioritárias para a pesquisa biospeleológica no Estado de Minas Gerais. As áreas em vermelho indicam prioridade baseada em lacunas inventariais (LI), concentração de espécies troglomórficas (ET) e concentração de cavernas (CC). A área representada em azul escuro possui prioridade baseada em concentração de espécies troglomórficas (ET). A área representada em verde possui prioridade baseada em concentração de cavernas (CC) e as áreas representadas em azul claro apresentam prioridade secundária, baseada em lacunas inventariais (LI).

para a realização destes estudos, já que nestas áreas se sobrepõem todos os critérios considerados na análise. A terceira região corresponde às cavernas ferruginosas e quartzíticas presentes ao sul de Belo Horizonte. Tal área destaca-se pela grande concentração de espécies troglomórficas já evidenciadas. A quarta região refere-se à província cárstica Arcos/Pains/Doresópolis, que se destaca por ser a área com a maior concentração de cavernas do Brasil, com mais de 1.000 cavidades cadastradas.

As demais áreas (de prioridade secundária, representadas em cinza claro na figura 7), também exibem relevância, dada a presença de cavernas não inventariadas. Dentre elas, destaca-se parte do “corredor” de quartzitos representado pela Serra do Espinhaço, associada à porção “média” do corredor carbonático do grupo Bambuí. Destacam-se também as cavernas presentes nos carbonatos aflorantes do noroeste do Estado. Finalmente, destacam-se as cavernas presentes nas lentes quartzíticas existentes no sul de Minas Gerais. Tais áreas ainda são pouco conhecidas no âmbito bioespeleológico, e certamente merecem intensos investimentos em pesquisa.

Merece extrema atenção o fato de que a presente análise foi baseada primariamente nas cavernas cadastradas para o Estado de Minas Gerais. Tais cavernas, entretanto, certamente representam apenas uma pequena fração do total existente. Desta forma, é extremamente importante o investimento em trabalhos de prospecção espeleológica, para que mais cavernas possam ser descobertas e acrescidas à listagem do Estado. Sendo assim, é importante considerar que o presente diagnóstico pode ser futuramente alterado, a partir do momento em que novas cavernas forem descobertas.

O Estado de Minas Gerais destaca-se no cenário espeleológico nacional principalmente por possuir a maior concentração de cavernas do país. Embora os estudos desenvolvidos nos últimos anos venham contribuindo significativamente para a ampliação do conhecimento acerca da fauna cavernícola do Estado, muito ainda permanece desconhecido. Desta forma, é fundamental que se invista em pesquisa científica, para que possamos garantir a preservação deste nosso importante patrimônio.

## **Prioridades e Perspectivas**

Como dito anteriormente, o Estado de Minas Gerais se destaca no contexto espeleológico brasileiro, já que contém mais da metade das cavernas conhecidas no país. Das cerca de 5.000 cavernas cadastradas

em diferentes bases de dados, 2.514 encontram-se em território mineiro. Deste total, apenas 435 cavidades (presentes em 54 municípios do Estado) foram alvo de algum tipo de inventário biológico, como previamente citado. Este número corresponde a apenas 17,3 % das cavernas cadastradas em Minas Gerais. Vale lembrar, no entanto, que esta porcentagem refere-se às cavernas “conhecidas”, de forma que a real porcentagem certamente é ínfima dentro do Estado.

Além disso, é importante mencionar também que as duas maiores concentrações de cavernas do país encontram-se em Minas Gerais. Tais áreas correspondem à província cárstica Arcos/Pains/Doresópolis e à APA Carste de Lagoa Santa. Somente estas duas regiões detêm mais da metade das cavernas conhecidas no Estado, sendo que a primeira possui mais de 1.000 cavernas cadastradas.

O Estado de Minas Gerais, desta forma, não somente se destaca no contexto histórico da espeleologia (foi aqui que o dinamarquês Peter W. Lund passou boa parte de sua vida pesquisando os fósseis em cavernas do vale do rio das Velhas), como se destaca no cenário espeleológico nacional como detentor de mais da metade das cavernas brasileiras conhecidas. Além disso, os invertebrados cavernícolas foram os responsáveis pela definição de quatro dentre as seis áreas de “Importância Biológica Especial” para a conservação de invertebrados indicadas pelo “Atlas para a conservação da biodiversidade de Minas Gerais” (Drummond *et al.*, 2005).

Tendo em vista o anteriormente exposto, compreende-se que a principal prioridade no contexto do patrimônio espeleológico do Estado consiste em investimentos para a pesquisa básica em cavernas. Tais pesquisas devem priorizar trabalhos que visem o inventário da fauna subterrânea do Estado, que devem contemplar todos os grupos encontrados em cavernas (vertebrados, invertebrados e micro-organismos). Os inventários de fauna subterrânea devem ser priorizados nas áreas apresentadas na figura 7, como anteriormente exposto.

Tais pesquisas justificam-se pelo elevado número de espécies novas (especialmente troglóbias) que têm sido descobertas nos últimos anos em Minas Gerais. Reitera-se aqui que todas estas espécies (troglóbias) podem ser consideradas ameaçadas de extinção (pelo menos na categoria “vulneráveis”), tendo em vista seu elevado endemismo. Além disso, como prioridade secundária, deve-se investir em pesquisas que visem detetar o estado de conservação de espécies troglóbias,

bem como seu grau de vulnerabilidade frente aos diferentes impactos incidentes sobre áreas cársticas e pseudo-cársticas mineiras.

Outra necessidade efetiva consiste no investimento para a formação de taxonomistas. Esta necessidade tem se mostrado como uma prioridade geral dentro das propostas do programa Biota Minas. Além disso, é necessário que se invista em programas que visem o fortalecimento dos grupos de pesquisa bioespeleológica existentes e a criação de novos grupos de pesquisa bioespeleológica no Estado.

Finalmente, destaca-se a necessidade de investimentos em programas de educação ambiental voltados para as cavernas mineiras. Somente através da educação é que será efetivamente criada uma consciência geral, na população, sobre a importância da preservação deste patrimônio único em nosso país e mesmo no mundo.

## Referências Bibliográficas

- Auler, A.E., E. Rubbioli & R. Brandi. 2001. *As grandes cavernas do Brasil*. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas 228p.
- Bichuette, M.E. & F.H.S. Santos. 1998. Levantamento e dados ecológicos da fauna de invertebrados da gruta dos Paiva, Iporanga, SP. *O Carste* 10(1):14-19.
- Chaimowicz, F. 1984. Levantamento bioespeleológico em algumas grutas de Minas Gerais. *Espeleo-tema* 14:97-107.
- Chaimowicz, F. 1986. Observações preliminares sobre o ecossistema da gruta Olhos d'Água, Itacarambi, MG. *Espeleo-tema* 15:65-77.
- Dessen, E.M.B., V.R. Eston, M.S. Silva, M.T. Temperini-Beck & E. Trajano. 1980. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. *Ciência e Cultura* 32(6):714-725.
- Drummond, G.M., C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini (org.). 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. 2ª ed. Belo Horizonte, Brasil: Fundação Biodiversitas. 222p.
- Ferreira, R.L. & P.S. Pompeu. 1997. Riqueza e diversidade da fauna associada a depósitos de guano na gruta Taboa, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. *O Carste* 9(2):30-33.
- Ferreira, R.L. & R.P. Martins. 1998. Diversity and distribution of spiders associated with bat guano piles in Morrinho cave (Bahia State, Brazil). *Diversity and Distributions* 4:235-241.
- Ferreira, R.L. & R.P. Martins. 1999a. Guano de morcegos: fonte de vida em cavernas. *Ciência Hoje* 25(146):34-40
- Ferreira, R.L. & R.P. Martins. 1999b. Trophic Structure and Natural History of Bat Guano Invertebrate Communities with Special Reference to Brazilian Caves. *Tropical Zoology* 12(2):231-259.
- Ferreira, R.L., D. Yanega & R.P. Martins. 2000. Ecology of bat guano arthropod communities in a Brazilian dry cave. *Ecotropica* 2(6):105-116.
- Ferreira, R.L. & R.P. Martins. 2001. Cavernas em risco de extinção. *Ciência Hoje* 29(173):20-28.
- Ferreira, R.L. & L.C.S. Horta. 2001. Impacts on Invertebrate Communities in Brazilian Caves. *Brazilian Journal of Biology* 61(1):7-17.
- Ferreira, R.L., GOMES, F.T.M.C. SILVA, M.S. & PROUS, X. 2001. Morphometric variation and population size in *Heterophrynus* sp. (Amblypygi: Phrynidae) in a Brazilian cave. *Bios*, 9(9): 47-54.
- Ferreira, R.L. 2004. *A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos*. Tese de Doutorado. Doutorado em Ecologia, Conservação

- e Manejo da Vida Silvestre. Universidade Federal de Minas Gerais, UFM. 161p.
- Ferreira, R.L., X. Prous, S.F. Machado & R.P. Martins. 2005. Population dynamics of *Loxosceles similis* (Moenkhaus, 1898) in a Brazilian dry cave: a new method for evaluation of population size. *Revista Brasileira de Zoociências* 7(1):129-141.
- Ferreira, R.L. 2005. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. *O Carste*.
- Gomes, F.T.M.C., R.L. Ferreira & C. Jacobi. 2000. Comunidade de Artrópodes de uma Caverna Calcária em Área de Mineração: Composição e Estrutura. *Revista Brasileira de Zoociências* 2(1):77-96.
- Machado, A.B.M. & R.L. Ferreira. 2005. Invertebrados. In: G.M. Drummond, C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonin (org.), *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. 2ª ed. Belo Horizonte, Brasil: Fundação Biodiversitas. 222p.
- Machado, S.F., R.L. Ferreira & R.P. Martins. 2003. Aspects of the population ecology of *Goniosoma* sp. (Arachnida, Opiliones, Gonyleptidae) in limestone caves in southeastern Brazil. *Tropical Zoology* 16:13-31.
- Pinto-da-Rocha, R. 1995. Sinopse da fauna caverícola do Brasil (1907 - 1994). *Papéis Avulsos de Zoologia* 39(6):61-163.
- Prous, X., R.L. Ferreira & R.P. Martins. 2004. Delimitation of epigeal-hypogean ecotone zone in two limestone caves in southeastern Brazil. *Austral Ecology* 29:374-382.
- Prous, X. 2005. *Entradas de cavernas: interfaces de biodiversidade entre ambientes externo e subterrâneo. Distribuição dos artrópodes da lapa do Mosquito, MG*. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Universidade Federal de Minas Gerais.
- Silva, F.J. 2006. *Invertebrados de cavernas do Distrito Federal: diversidade, distribuição espacial e temporal*. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília
- Souza-Silva, M. *Dinâmica trófica em cavernas calcárias*. 2002. Dissertação (Mestrado em Ecologia (Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Universidade Federal de Minas Gerais.
- Souza-Silva, M., L.F.O. Bernardi & R.L. Ferreira. 2005. *Caracterização sistêmica da gruta da Lavoura (Matozinhos, MG): aspectos topoclimáticos, tróficos e biológicos*. Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Espeleologia. Campinas, SP. p.109-115.
- Trajano, E. 1987. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. *Revista Brasileira de Zoologia*, 3(8): 533-561.
- Trajano, E. 1991. Population Ecology of *Pimelodella kronei*, Troglitic Catfish from Southeastern Brazil (Siluriformes, Pimelodidae). *Environmental Biology of Fishes* 30:407-421.
- Trajano, E. & J.R.A. Moreira. 1991. Estudo da fauna de cavernas da província espeleológica arenítica Altamira-Itaituba, Pará. *Revista Brasileira de Biologia* 51(1):13-29.
- Zagmajster, M.; Culver, D.C. & Sket, B. 2008. Species richness patterns of obligate subterranean beetles (Insecta: Coleoptera) in a global biodiversity hotspot – effect of scale and sampling intensity. *Diversity and Distributions* (14): 95-105.





# **Diversidade de Vertebrados**

Vertebrados têm uma longa história evolutiva a partir do final do Cambriano, cerca de 500 milhões de anos atrás. Fazem parte do filo Chordata, grupo de animais multicelulares que possuem a seguinte combinação de estruturas: notocorda, fendas faríngeas, tubo nervoso dorsal e cauda pós-anal (Linzey, 2001). Os primeiros vertebrados não possuíam mandíbulas, como as lampréias e peixes-bruxa atuais. Vertebrados com mandíbulas apareceram durante o Siluriano, 100 milhões de anos mais tarde.

Embora com diferenças de opinião, a maioria dos biólogos que trabalham com vertebrados divide os mais de 53.000 vertebrados atuais nos grandes grupos a seguir (Linzey, 2001):

GRUPOS	
Peixes-bruxa	(Myxinoidea)
Lampréias	(Petromyzontoidea)
Tubarões, raias e quimeras	(Chondrichthyes)
Peixes de nadadeiras raiadas	(Actinopterygii)
Peixes de nadadeiras lobadas	(Sarcopterygii)
Salamandras e cobras-cegas	(Microsauria)
Sapos, rãs e pererecas	(Temnospondyli)
Tartarugas	(Anapsida ou Testudomorpha)
Diapsida - tuatara, lagartos e cobras	(Lepidosauromorpha)
Crocódilos e aves	(Archosauromorpha)
Mamíferos	(Synapsida)

O Brasil, em conjunto com outros 16 países, compõe o seletivo grupo dos países mais ricos em biodiversidade do mundo e denominados “megadiversos” (Mittermeier, *et al.*, 1997). Em relação aos vertebrados, abriga o maior número de espécies nos diferentes grupos, sendo considerado o mais rico entre os países com megadiversidade (Mittermeier *et al.*, 1997). No quadro a seguir, essa imensa diversidade é traduzida em números, onde se observa que o Brasil conta aproximadamente com 15,4% de todos os vertebrados conhecidos do planeta.

DIVERSIDADE DE VERTEBRADOS*					
GRUPOS	NÚMERO ESTIMADO DE ESPÉCIES NO MUNDO	NÚMERO ESTIMADO DE ESPÉCIES NO BRASIL	NÚMERO ESTIMADO DE ESPÉCIES EM MINAS GERAIS	MINAS GERAIS EM RELAÇÃO AO BRASIL (%)	MINAS GERAIS EM RELAÇÃO AO MUNDO (%)
Mamíferos	5.488	650	236	36,3	4,3
Aves	9.990	1.801	770	42,8	7,7
Répteis	8.734	693	221	31,9	2,5
Anfíbios	6.347	825	200	24,2	3,2
Peixes de água doce	13.752	2.835	354	12,5	2,6
Subtotal	44.311	6.804	1.781	26,2	4,0

\* Fonte dos números de espécies descritas nos capítulos sobre diversidade de vertebrados, neste volume.

Em Minas Gerais há registros de aproximadamente 1.781 vertebrados, o que representa mais de ¼ das espécies conhecidas no país. Esse número coloca o Estado em destaque, principalmente considerando que o mesmo representa somente 6,9% da área do território brasileiro. Essa constatação demonstra a grande responsabilidade e oportunidade única que se apresenta, não só em termos de conhecimento e conservação, mas também em relação ao uso atual e futuro desse incalculável patrimônio natural.

## Referências Bibliográficas

Linzey, D. W. 2001. *Vertebrate Biology*. Boston: McGraw-Hill, 530 p.

Mittermeier, R.A., P. R. Gil & C.G. Mittermeier. 1997. *Megadiversity: earth's biologically wealthiest nations*. CEMEX, Conservation International, Agrupación Sierra Madre, Cidade do México.



# Peixes

Fábio Vieira<sup>1</sup>

Carlos Bernardo M. Alves<sup>2</sup>

Paulo Santos Pompeu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fundação Biodiversitas

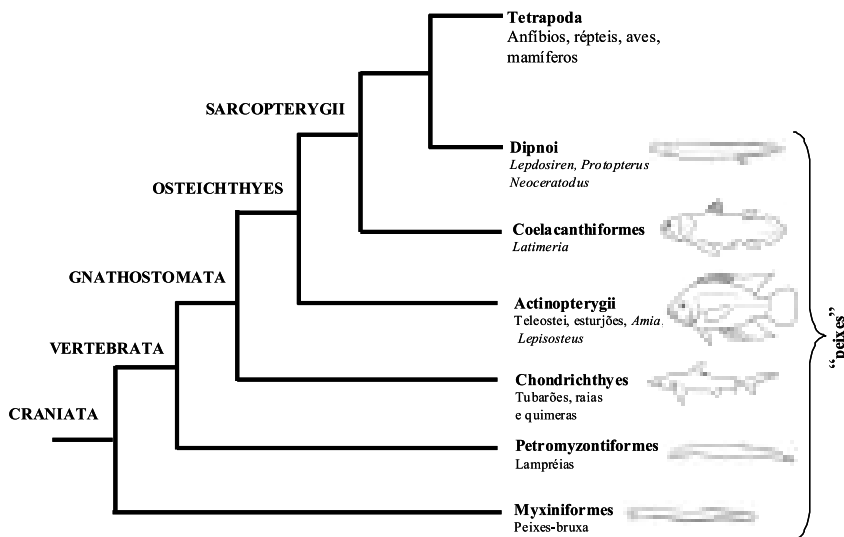
<sup>2</sup>Núcleo Transdisciplinar e Transinstitucional para Revitalização da Bacia do Rio das Velhas Nuvelhas - Projeto Manuelzão – UFMG

<sup>3</sup>Universidade Federal de Lavras

## Estado do Conhecimento

### Número de espécies de peixes registradas no mundo, no Brasil e em Minas Gerais: estimativas

O termo “peixe” é utilizado de forma generalizada para um grupo heterogêneo de cordados aquáticos que possuem nadadeiras (Lévêque *et al.*, 2008). Incluem os Agnatas (lampréias e peixes-bruxa), os extintos Placoderma, os Chondrichthyes (tubarões e raias) e os Osteichthyes (peixes ósseos). O grupo dos Osteichthyes inclui os peixes de nadadeiras raiadas (Actinopterygii), que atualmente representam mais de 99% da diversidade do grupo, e os peixes de nadadeiras lobadas (Dipnoi e celacantos - *Latimeria*). A figura 1 exemplifica a filogenia recente e mais aceita para os grandes grupos de “peixes”.



**Figura 1.** Filogenia dos grandes grupos de peixes (adaptado de diversos autores).

Os peixes compreendem mais de 30.000 espécies descritas (Tabela 1), representando quase 50% dos vertebrados atuais (IUCN, 2008) (Tabela 2). Entretanto, durante as duas últimas décadas, esse total vem sendo ampliado em cerca de 300-400 espécies anualmente (Eschmeyer & Fong, 2009; Froese & Pauly, 2009), o que permite concluir que a diversidade do grupo é ainda mais elevada (Figura 2).

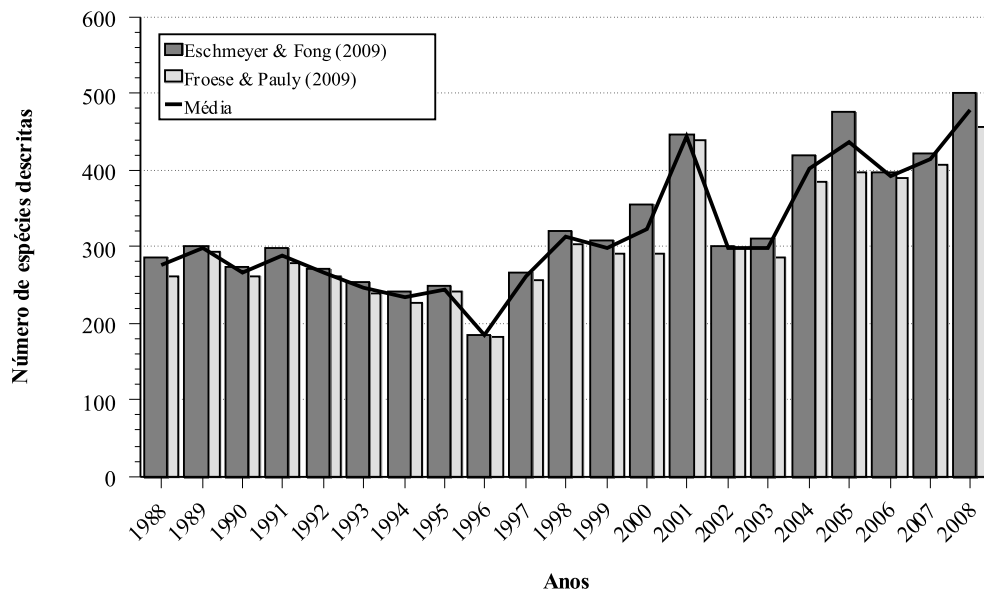
**Tabela 1.** Número de espécies de peixes segundo o banco de dados online FishBase ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org) – consulta em março/2009).

CATEGORIAS		TOTAL
<b>Ambientes</b>	Primariamente de água doce	13.752
	Primariamente marinhos	14.514
	Estuarinos ou diádromos	2.932
<b>Classes</b>	Myxini (peixes-bruxa)	74
	Cephalaspidomorphi (lampréias)	42
	Holocephali (quimeras)	46
	Elasmobranchii (tubarões e raias)	1.113
	Sarcopterygii (peixes de nadadeiras lobadas)	11
	Actinopterygii (peixes de nadadeiras raiadas)	29.903
<b>Total de espécies (incluindo subespécies)</b>		<b>31.198</b>

**Tabela 2.** Número estimado de espécies de vertebrados descritas e ameaçadas em 2008, Adaptado de IUCN Summary statistics 2008 Red List.

GRUPOS	NÚMERO ESTIMADO DE ESPÉCIES DESCRITAS	NÚMERO DE ESPÉCIES AVALIADAS EM 2008	NÚMERO DE ESPÉCIES AMEAÇADAS EM 2008	PERCENTUAL DE ESPÉCIES AMEAÇADAS EM 2008 EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE ESPÉCIES DESCRITAS	PERCENTUAL DE ESPÉCIES AMEAÇADAS EM 2008 EM RELAÇÃO AO NÚMERO DE ESPÉCIES AVALIADAS
Mamíferos	5.488	5.488	1.141	21%	21%
Aves	9.990	9.990	1.222	12%	12%
Répteis	8.734	1.385	423	5%	31%
Anfíbios	6.347	6.260	1.905	30%	30%
<b>Peixes</b>	<b>30.700</b>	<b>3.481</b>	<b>1.275</b>	<b>4%</b>	<b>37%</b>
Subtotal	61.259	26.604	5.966	10%	22%

Fonte: ([www.iucn.org/about/work/programmes/species/red\\_list/2008\\_red\\_list\\_summary\\_statistics/index.cfm](http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/2008_red_list_summary_statistics/index.cfm) - consulta em novembro/2008).



**Figura 2.** Número de espécies de peixes descritas anualmente no mundo durante as duas últimas décadas segundo os dois bancos de dados mais amplamente utilizados e disponíveis na internet (Froese & Pauly, 2009; Eschmeyer & Fong, 2009).



Dados disponíveis no FishBase relacionam para o Brasil 2.835 espécies de peixes de água doce e 1.201 marinhas (Froese & Pauly, 2009). Para a região Neotropical, avaliações recentes indicam existir 4.475 espécies de peixes de água doce descritas e cerca de 1.550 ainda sem denominação formal, totalizando mais de 6.000 (Reis *et al.*, 2003). Esse número, embora expressivo, ainda é inferior às 8.000 espécies estimadas por Schaefer (1998).

O Brasil é o país com maior diversidade de peixes de água doce do mundo, com estimativas entre 2.835 e 3.000 espécies, dependendo da fonte utilizada (Kottelat & Whitten, 1996; McAllister *et al.*, 1997 - *estimativas*; Froese & Pauly, 2009 - *banco de dados*), condição que está relacionada diretamente a sua localização geográfica na região tropical, a suas dimensões territoriais e a quantidade e tamanho de suas bacias hidrográficas.

Apesar de existirem informações, mesmo que ainda incompletas, sobre o número de espécies descritas no Brasil, não há levantamentos sistematizados nem listagens disponíveis e confiáveis para grande parte das bacias. Essa situação também é semelhante para os rios que drenam Minas Gerais. A estimativa mais recente para o Estado indicou 354 espécies de peixes (Vieira, 2005), cujas informações para as maiores bacias encontram-se na tabela 3. Um levantamento mais recente e ainda inédito, incluindo somente espécies descritas e válidas taxonomicamente, demonstra que esse número pode estar superestimado (*obs. dos autores*).

**Tabela 3.** Número estimado de espécies nas maiores bacias de drenagem do Estado de Minas Gerais. Fonte: Adaptado de Vieira (2005).

BACIAS	NÚMERO DE ESPÉCIES DE PEIXES
São Francisco	173
Paranaíba	103
Grande	88
Doce	64
Paraíba do Sul	55
Mucuri	51
Jequitinhonha	35
* Total	354

\* = O total é inferior ao somatório, pois várias espécies são comuns a mais de uma bacia.

## Breve histórico do conhecimento taxonômico sobre peixes em Minas Gerais

Neste apanhado, pretende-se demonstrar como evoluiu a pesquisa com taxonomia de peixes em Minas Gerais, desde os primórdios com os primeiros naturalistas até o presente. Digno de nota é que inicialmente não havia preocupação com a definição precisa dos locais de coleta, pois os primeiros naturalistas percorriam o país coletando nas drenagens por onde passavam, nem sempre indicando os pontos exatos. Essa condição é bem distinta da atual, onde foi incorporada a dimensão territorial (divisão política em Estados) e, principalmente, as bacias hidrográficas para determinação dos locais de proveniência dos exemplares coletados.

De modo geral, observa-se que o conhecimento taxonômico da ictiofauna de Minas Gerais não se diferencia muito daquele relatado para o resto país por Menezes (1992). Essa análise foi apresentada em ampla avaliação sobre o estado de arte da ictiologia nacional, na obra “Situação Atual e Perspectivas da Ictiologia no Brasil” (Agostinho & Benedito-Cecilio, 1992).

Os trabalhos pioneiros que incluem peixes com ocorrência no Estado, todos relacionados à taxonomia, remontam aos séculos XVIII e XIX, quando diversos naturalistas visitaram a América do Sul e coletaram peixes. A espécie com descrição mais antiga e citada para o Estado é *Gymnotus carapo*, descrita por Carolus Linnaeus em 1758, sendo este o criador do sistema binomial e considerado o “pai da taxonomia moderna”. Entretanto, entre as 33 espécies válidas desse gênero (Froese & Pauly, 2009), *G. carapo* é o nome que foi mais amplamente utilizado no país e certamente não é aplicável à(s) espécie(s) que ocorre(m) no Estado (confira Albert *et al.*, 2005).

O melhor exemplo da contribuição dos viajantes em séculos passados está relacionado ao conhecimento da ictiofauna da bacia do rio São Francisco. Várias espécies de peixes dessa drenagem foram descritas por esses naturalistas, destacando-se o Barão de Cuvier, Louis Agassiz, Achille Valenciennes, Johannes T. Reinhardt, Christian F. Lütken, John D. Haseman e Carl Eigenmann, cuja síntese histórica foi apresentada em Britski *et al.* (1984). Richard Burton também percorreu a bacia em 1869 desde a cidade de Sabará, no rio das Velhas, até o Oceano Atlântico, relatando hábitos de pesca e citando algumas espécies de peixes (Burton, 1977). Entretanto, a obra histórica mais expressiva com relação aos peixes dessa bacia é a monografia escrita por Christian F. Lütken, *Velhas Flodens Fiske* (Lütken, 1875), que menciona 55 espécies da bacia do rio das Velhas (pelo menos 20 espécies novas), numa época na qual só eram conhecidas

cerca de 40 espécies para toda a bacia do rio São Francisco. Essa obra, escrita em dinamarquês e com sinopse em latim, permaneceu bastante restrita até 2001, quando foi traduzida por esforço particular de um grupo diversificado de pesquisadores (biólogos, tradutores e revisores) (Alves & Pompeu, 2001a). Nessa tradução, foram acrescentados dois capítulos: a atualização taxonômica das espécies descritas (Britski, 2001), além de uma análise comparativa entre a ictiofauna do rio das Velhas daquela época e a encontrada no final do século XX (Alves & Pompeu, 2001b).

Desde a fase em que Minas Gerais foi percorrida por esses naturalistas, nenhum grupo expressivo de pesquisadores dedicados especificamente a trabalhos de levantamentos ictiofaunísticos, zoogeografia e taxonomia de peixes foi formado no Estado. Excetuando-se o trabalho de Christian F. Lütken, comentado acima, os esforços de pesquisa dedicados à ictiologia no Estado de Minas Gerais, centrados no conhecimento da taxonomia e distribuição das espécies, podem ser resumidos como descrito a seguir. Deve-se destacar que recentemente Godinho (2008) fez um breve apanhado sobre a história da ictiologia em Minas Gerais, focando principalmente aspectos do desenvolvimento dessa ciência no que se refere aos estudos de biologia e ecologia dos peixes.

Durante boa parte do século XX pouco foi feito com relação à fauna de peixes de Minas Gerais. Nos idos dos anos 1970, somente dois pesquisadores, Vitória Brant e Sérgio Ypiranga Pinto, trabalhando na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), atuavam com peixes. Vitória Brant descreveu *Buritia cesalpinoi*, uma espécie de caracádeo, no início da década de 1970 (Brant, 1974), e que representa sua única contribuição no campo da taxonomia de peixes do Estado de Minas Gerais. Entretanto, a espécie foi posteriormente tratada como sinônimo de *Orthospinus franciscensis* (Reis, 1989), pois havia sido descrita no início do século por Eigenmann (1914). Sérgio Ypiranga trabalhou em conjunto, mas não chegou a publicar trabalhos com peixes de Minas Gerais, embora nesse período tenha descrito algumas espécies marinhas (Pinto, 1970; 1972; 1975).

Entretanto, devem ser creditados a esses dois pesquisadores os esforços em criar e manter a coleção de peixes do Museu de História Natural da UFMG (MHN-UFMG). A coleção continha principalmente peixes marinhos coletados na costa do Estado do Espírito Santo, obtidos ao longo do período em que os mesmos ministravam aulas de campo nessa região. Também abrigava importante testemunho da ictiofauna do rio Paranaíba (Alto Paraná), na divisa de Minas Gerais e Goiás, primariamente do trecho onde foi construída a usina hidrelétrica (UHE) de Itumbiara.

Após esses pesquisadores deixarem a UFMG, a coleção foi mantida no Museu de História Natural, embora sem serviços adequados de curadoria, sendo então transferida na década de 1980 para o Departamento de Zoologia da UFMG, no Campus da Pampulha. Aí permaneceu até 1992, quando Dr. José Carlos de Oliveira obteve uma bolsa de Pesquisador Visitante do CNPq e atuou em um projeto de recuperação da coleção. Ao sair da UFMG, esse pesquisador ingressou na Universidade Federal de Juiz de Fora e a coleção foi novamente abandonada e boa parte dos seus lotes se perderam. Atualmente os lotes restantes dessa coleção encontram-se no Departamento de Zoologia, estando armazenados conjuntamente em tambores plásticos com álcool. A esse material soma-se grande número de exemplares pertencentes a várias espécies de peixes coletados em todo o Estado ao longo de vários anos, os quais se encontram acondicionados em tambores plásticos e abrigados no Centro de Transposição de Peixes (CT-Peixes), embora sem os devidos cuidados de curadoria. No início dos anos 1990 também foi incorporado ao corpo docente do Departamento de Zoologia da UFMG o ictiólogo Mauro Luís Triques, cuja formação original foi em taxonomia de Gymnotiformes. Os Drs. Mauro L. Triques e José C. Oliveira trabalharam com taxonomia de peixes do Estado e, ao longo da última década, descreveram sete espécies novas (Oliveira & Oyakawa, 1999; Pereira *et al.*, 2000; Triques *et al.*, 2003; Triques & Vono, 2004).

Contribuições adicionais à taxonomia dos peixes de Minas Gerais, também incluindo pesquisadores residentes no Estado, foram feitas para somente duas outras espécies, *Pareiorhaphis nasuta* - Loricariidae (Pereira *et al.*, 2007) e *Hyphessobrycon vinaceus* - Characidae (Bertaco *et al.*, 2007). Assim, constata-se que a contribuição de pesquisadores fixados em Minas Gerais para a taxonomia de peixes é bem modesta e não representa mais que 2,5% do total daquelas relatadas para o Estado, estimado em 354 espécies (Vieira, 2005).

Do ponto de vista taxonômico, nas últimas décadas os maiores acréscimos para o conhecimento da ictiofauna de Minas Gerais foram feitos por pesquisadores de São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul (e.g., Costa, 1992a; Malabarba & Weitzman, 1999; Bockmann & Sazima, 2004; Sarmiento-Soares & Buckup, 2005; Reis *et al.*, 2006; Ribeiro & Lucena, 2006; Lima & Britski, 2007; Ottoni & Costa, 2008). Merece destaque o extraordinário potencial do Estado para esse ramo da ciência, já que aqui se encontram as nascentes de 17 bacias hidrográficas (*sensu* Godinho, 2008), entre elas as dos rios São Francisco, Paraná (Grande e Paranaíba), Paraíba do Sul, Doce, Jequitinhonha e Mucuri.

O maior destaque deve ser dado ao esforço de Wilson J. E. M. Costa e colaboradores para descrever os peixes anuais da família Rivulidae. A partir dos levantamentos realizados em várias bacias mineiras por esse pesquisador, foram descritas 22 espécies da família, que não possuía registro para o Estado até 1990 (Costa & Brasil, 1990; Costa & Brasil, 1991; Costa, 1992b; Costa & Brasil, 1994; Costa & Hellner, 1999; Costa & Nielsen, 2000; Costa *et al.*, 2001; Costa, 2003a; Costa, 2003b; Costa, 2005; Costa & Brasil, 2006; Costa, 2008).

O final dos anos 1980 marcou um momento diferenciado na ictiologia em Minas Gerais, relacionado primariamente à implantação do programa de pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre (ECMVS), no Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, criado em 1989. Mas antes disso cabe destacar que o Dr. Hugo P. Godinho, veterinário de formação, já orientava trabalhos com peixes no programa de pós-graduação em Morfologia - UFMG e, mais recentemente, no mestrado em Zoologia da PUC-Minas. Nesses dois cursos, os diversos profissionais formados desenvolveram seus estudos relacionados principalmente com a biologia reprodutiva de peixes, que era sua área original de conhecimento. No ECMVS, Dr. Godinho foi o principal responsável pela orientação de vários ictiólogos que atualmente trabalham em Minas Gerais. Os ictiólogos egressos desse curso passaram a realizar seus estudos com aspectos da conservação de peixes, incluindo também inventários e aspectos da biologia das espécies que ocorrem no Estado.

Atualmente há cinco instituições de ensino superior no Estado com profissionais dedicados a estudos relacionados à biodiversidade de peixes nas suas diferentes modalidades: UFMG (ecologia, biologia, genética e taxonomia); Universidade Federal de Viçosa (ecologia e genética); Universidade Federal de Juiz de Fora (taxonomia); Universidade Federal de Lavras (ecologia e biologia) e PUC-Minas (biologia e ecologia). Entretanto, em nível de pós-graduação, nenhuma dessas instituições inclui em seus programas a formação de taxonomistas de peixes, profissionais que certamente são imprescindíveis para ampliar e melhorar o conhecimento da ictiofauna do Estado.

Com o conhecimento ainda incompleto da fauna de peixes e problemas relacionados à formação e fixação de taxonomistas no Estado, não é de se admirar que listagens abrangentes de peixes tenham sido elaboradas somente para a bacia do rio São Francisco (Travassos, 1960; Britski *et al.*, 1984; Sato & Godinho, 1999; Sato & Godinho, 2003; Alves *et al.*, no prelo) que, sem dúvida, é a que atualmente possui maior quantidade de informações. Uma lista também se encontra disponível

para o trecho do rio Jequitinhonha dentro do Estado (Godinho *et al.* 1999), embora seja incompleta e desatualizada. Uma estimativa inicial do número de espécies de peixes para cada uma das bacias do Estado é apresentada em Vieira (2005). Entretanto, nesse trabalho não foram incluídas listas das espécies, o que impede uma avaliação mais detalhada para todo o Estado.

Mais expressiva tem sido a contribuição para listagens de peixes em ambientes distintos ou trechos restritos de bacias, destacando-se: lagoas marginais do rio São Francisco (Sato *et al.*, 1987; Pompeu & Godinho, 2003), o rio Grande (Vaz *et al.*, 2000), os lagos do médio rio Doce e alguns de seus afluentes (Sunaga & Verani, 1991; Vieira, 1994; Godinho, 1996; Vieira *et al.*, 2000; Vieira, 2006), entre outros (Alves *et al.*, 1998; Alves & Vono, 1998; Alves & Vono, 1997; Vono *et al.*, 1997; Godinho *et al.*, 1992; Alves & Pompeu, 2005). Com relação às unidades de conservação dentro do Estado, as duas únicas que possuem listas de espécies elaboradas são o Parque Nacional da Serra do Cipó (Vieira *et al.*, 2005) e o Parque Estadual do Rio Doce (Godinho, 1996).

Pelo exposto, é evidente que muito ainda precisa ser feito para que a ictiofauna de Minas Gerais seja efetivamente conhecida, e isso diz respeito tanto aos inventários quanto à descrição de novas espécies. Como se observa, nem mesmo a sistematização do conhecimento já existente sobre as espécies que ocorrem em cada uma das 17 bacias de drenagem estaduais (*sensu* Godinho, 2008) encontra-se disponível, demandando ainda muito esforço para sua viabilização.

### **Distribuição geográfica de peixes em Minas Gerais**

Considerando que as faunas de peixes de água doce são estruturadas primariamente em função dos contornos físicos das bacias hidrográficas, não existe sentido biogeográfico em definir padrões dentro de limites estaduais. Isto se torna ainda mais claro quando são consideradas as 17 bacias que drenam o território mineiro, todas se estendendo através e para além dos Estados limítrofes - Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás. Adicionalmente, ainda há muito a ser feito com relação a coletas, catalogação e taxonomia para um conhecimento detalhado da ictiofauna no Estado. Sem este esforço, tentativas para determinação da biodiversidade e distribuição serão incompletas e infrutíferas. Essa condição se aplica tanto a rios de maior porte como a pequenos cursos de cabeceira, que abrigam peixes de pequeno porte e em grande parte de distribuição geográfica restrita.

Proposição inicial sobre a origem e distribuição da fauna de água doce da América do Sul foi exposta por Ihering (1900), cuja síntese detalhada pode ser consultada em Ringuet (1975). Seguiu-se a esse o trabalho de Eigenmann (1909), onde foram detalhadas e delineadas as principais regiões/províncias para peixes e que, com algumas modificações posteriores, permanecem até hoje. Uma ordenação temporal das propostas apresentadas sobre zoogeografia de peixes da América do Sul e seus diversos autores, tendo como foco o Estado de Minas Gerais, é apresentada na tabela 4.

**Tabela 4.** Regiões e províncias ictiogeográficas propostas para a América do Sul.

AUTOR	REGIÕES E PROVÍNCIAS ICTIOGEOGRÁFICAS RECONHECIDAS E QUE ABRANGEM O ESTADO DE MINAS GERAIS
Carl H. Eigenmann ( <i>apud</i> Ringuet, 1975)	<b>Região Brasileira</b> • Província Sudeste do Brasil; • Província do São Francisco; • Província Costeira; • Província de La Plata
Géry, 1969	<b>Paranense:</b> inclui o Alto Paraná <b>Leste Brasileiro:</b> • rio São Francisco; • rios costeiros do Sudeste do Brasil
Menezes, 1972	• Leste Brasileiro; • São Francisco; Alto Paraná
Ringuet, 1975	<b>Paranaense:</b> inclui o Alto Paraná <b>Leste do Brasil:</b> • rio São Francisco; • rios costeiros do Sudeste do Brasil
MMA/MCT/TNC/WWF, 2006	<b>Ecorregiões aquáticas do Brasil</b> 12 – São Francisco; 13 – Mata Atlântica; 16 – Alto Paraná; 20 – Paraíba do Sul
Abell <i>et al.</i> , 2008	<b>Ecorregiões</b> 327 - São Francisco; 328 - Mata Atlântica Nordeste; 329 - Paraíba do Sul 344 - Alto Paraná
Lévêque <i>et al.</i> , 2008	<b>Província Paranaense:</b> inclui a drenagem do Prata e do São Francisco; <b>Província Sudeste brasileiro:</b> compreende drenagens costeiras ao sul do Paraíba do Sul <b>Província Leste brasileiro:</b> compreende drenagens costeiras ao norte do Paraíba do Sul até a foz do rio São Francisco.

Como pode ser observado, o Estado de Minas Gerais abrange pelo menos quatro regiões ictiogeográficas, as quais podem diferir um pouco entre autores. Entretanto, duas delas parecem constituir um consenso: Alto Paraná e São Francisco, reconhecidas desde Eigenmann (1909).

Notável exceção é encontrada em Lévêque *et al.* (2008), que consideraram as duas conjuntamente, embora não tenham exposto os motivos que levaram a esse procedimento. Situação diferente ocorre com os rios menores que drenam isoladamente para o Atlântico (Doce, Jequitinhonha, Pardo, Mucuri, São Mateus, Paraíba do Sul, entre outros), as quais, dependendo da fonte consultada, são consideradas em um conjunto único ou separadamente.

Abell *et al.* (2008), quando elaboraram o mapa com as ecorregiões aquáticas mundiais, tinham por objetivo disponibilizar uma ferramenta para ser utilizada em conservação a níveis regional e mundial. Uma avaliação mais criteriosa do mapa disponibilizado por esses autores, e também daquele apresentado em Lévêque *et al.* (2008), deixa evidente que ainda faltam muitas informações, tanto de caráter taxonômico quanto acerca da distribuição das espécies, para que mapas fidedignos possam ser elaborados.

Como exemplo, pode ser destacada a ecorregião “328” em Abell *et al.* (2008), que incluiu em um conjunto único diversos rios da costa brasileira (Doce, Mucuri, Jequitinhonha, Paraguaçu, entre outros) que, sabidamente, possuem faunas de peixes bastante peculiares, com muitas espécies endêmicas. Esse fato foi reconhecido por Bizerril (1994), quando analisou as faunas de peixes do conjunto de bacias costeiras localizadas desde a foz do rio São Francisco até o sul do Estado de Santa Catarina, indicando suas afinidades pelos elevados índices de endemismo. Dessa forma, a opção de reconhecer esses rios como uma unidade ictiogeográfica única pode ter reflexos inadequados sobre as estratégias de conservação, uma vez que, por abrigarem faunas diferenciadas, necessitariam também de ações específicas e direcionadas para cada ictiofauna em particular.

A falta de consenso nos trabalhos acadêmicos é disseminada para os órgãos governamentais, como pode ser observado na proposição da Divisão Hidrográfica Nacional, apresentada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos e com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2003). Nessa resolução, a região Atlântico Leste é limitada ao norte e a oeste pela região hidrográfica do São Francisco e ao sul pelas bacias hidrográficas dos rios Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus, inclusive. Fato semelhante é observado na definição das Ecorregiões Aquáticas do Brasil, onde estão agrupados como “Mata Atlântica” os rios desde o Itabapoana, ao sul do Espírito Santo, até o rio Guararu, ao norte de Sergipe (MMA/MCT/TNC/WWF, 2006).



Em síntese, replicou-se o problema levantado anteriormente e que só poderá ser solucionado com amplos estudos das faunas de peixes dentro das drenagens. Pela grande expressividade da rede hidrográfica de Minas Gerais, que inclui a maioria dos rios citados, não é de se admirar que o Estado tenha papel preponderante no financiamento e desenvolvimento de parte desses estudos.

### **Endemismos de espécies em Minas Gerais**

Indicar o grau de endemismo da fauna de peixes de Minas Gerais configura-se como tarefa impossível neste momento. Para uma análise desse tipo, será necessário primeiramente organizar um banco de dados (em preparação – *obs. dos autores*) com todas as espécies válidas cuja ocorrência esteja confirmada no Estado. Posteriormente devem ser indicadas áreas ainda deficientes em inventários para que amostragens sejam executadas, permitindo conhecer a distribuição real das espécies. Sem esse esforço prévio, qualquer resultado apresentado deve ser encarado como preliminar e sujeito a mudanças cuja magnitude não é possível indicar *a priori*.

Entretanto, com base no conhecimento atual e considerando a quantidade de bacias existentes e que a maioria das nascentes/cabeceiras das mesmas se encontra dentro dos limites estaduais, locais que reconhecidamente apresentam espécies de distribuição restrita (Menezes, 1988), é previsível que o número de endemismos seja bastante elevado.

### **Espécies de peixes ameaçadas em Minas Gerais**

No Brasil, 159 espécies de peixes estão relacionadas em alguma categoria de ameaça de extinção, sendo 85% de água doce (Rosa & Lima, 2005). Desse total, 119 espécies ocorrem no Sul e Sudeste, regiões com o maior índice de desenvolvimento no país e, portanto, com maior pressão sobre os ambientes aquáticos interiores.

Em 2006 foi revisada a lista de espécies de peixes ameaçados de Minas Gerais, que passou a incluir 49 espécies (Vieira *et al.*, 2008). Na revisão ocorreu acentuada ampliação do número de espécies em relação à lista produzida em 1995, onde constavam somente três (Machado *et al.*,

1998). Essa situação foi condizente com a previsão feita pelo coordenador do grupo de peixes na elaboração da primeira lista, que esperava que mais espécies fossem acrescentadas à lista em futuro próximo (Godinho, 1998). Esse aumento certamente esteve relacionado à intensificação de problemas amplos que afetam a conservação da biodiversidade de peixes no Estado (barramentos, desmatamento, poluição etc.). Entretanto, parte desse aumento também deve ser creditado à aplicação de critérios diferentes e de forma mais eficiente. Como conclusão, é possível indicar que novas listas estaduais deverão sofrer alterações, tanto pela inclusão como exclusão de espécies, mas certamente não haverá um salto quantitativo tão marcante como o observado agora.

Ainda com relação às espécies ameaçadas de extinção dentro do Estado, cabe destacar que mais de 75% foram avaliadas como Criticamente em Perigo (CR). Esse fato demonstra que, além de aumentar o conhecimento acerca dessas espécies, serão necessárias medidas efetivas e urgentes de conservação que permitam reverter esse quadro.

### **Espécies exóticas de peixes em Minas Gerais**

A substituição gradual e contínua da biota nativa por espécies cosmopolitas e exóticas é um processo global, usualmente como um resultado de introduções por humanos, o que diminui a distinção da fauna e flora entre regiões e apresenta conseqüências genéticas, taxonômicas e funcionais nos sistemas onde se processa (Olden *et al.*, 2004).

Segundo Vieira (2006), nas bacias do Leste brasileiro a predominância marcante de espécies de menor porte pode ter contribuído para inúmeras introduções de peixes exóticos ao longo dos anos. Adicionalmente, também culminou para agravamento da situação a elevada degradação ambiental das drenagens e o declínio das espécies nativas exploradas na pesca artesanal.

O resultado claro do exposto anteriormente é o número elevado de espécies exóticas registrado em rios que drenam o Estado, que, segundo levantamento recente, atinge pelo menos 63 espécies (Alves *et al.*, 2007). No estudo foram avaliados dados de cinco bacias: Paraíba do Sul, Doce, Alto Paraná (Paranaíba e Grande), São Francisco, Mucuri e Jequitinhonha, sendo as duas primeiras as que apresentaram os maiores índices de contaminação por peixes exóticos.

Um fato reconhecido é que a eliminação de espécies exóticas das drenagens onde estão estabelecidas é uma atividade praticamente impossível. Dessa forma, esforços futuros para proteção da ictiofauna nativa de Minas Gerais de problemas proporcionados por peixes exóticos devem ser centrados em:

- Impedir novas introduções e dispersão das espécies que já se encontram no ambiente;
- Estudos com espécies nativas para viabilizar o uso em aquicultura e reduzir a demanda sobre exóticas;
- Divulgação ampla para a população dos resultados que demonstram os problemas advindos da introdução de organismos exóticos no ambiente;
- Aplicação mais efetiva das leis que regulamentam a criação e o transporte de organismos exóticos.

Cabe destacar ainda que, embora exista uma lista bastante abrangente dos peixes introduzidos no Estado, pouco ainda se conhece sobre seus reais impactos para as comunidades hospedeiras, pois a maior parte dos trabalhos está relacionada a inferências e não em base experimental. Dessa forma, esse é um campo importante de estudos, devendo ser prioritário para entendimento dos fatores que representam impactos para manutenção da biodiversidade de peixes no Estado.

### **Importância econômica e potencial para uso sustentável e biotecnológico**

Em 1995, Dr. José Carlos de Oliveira, taxonomista de peixes de água doce e atualmente professor na Universidade Federal de Juiz de Fora, foi bastante objetivo quando sintetizou questões relativas à conservação de peixes no Brasil. Embora o relato tivesse como foco o setor hidrelétrico brasileiro, a essência do argumento, transcrito integralmente abaixo, não passou por mudanças significativas e se aplica às demais atividades econômicas e legislação nacional.

*“Talvez, por influência de uma visão essencialmente utilitarista, que se observa amiúde na legislação que prioriza a produção em detrimento da conservação (incorporada pelo Setor Elétrico que a vê como “aproveitamento”), alguns critérios alheios ao pensamento preservacionista tenham sido verificados na maioria dos relatórios. Nestes a fauna e a flora são tratadas como “recursos renováveis” e, particularmente, a ictiofauna é entendida como “produtividade pesqueira”. Ao contrário da fauna terrestre, cuja caça já foi assimilada como predatória, a pesca (que também é um tipo de caça) continua sendo vista como “meio de subsistência” (Oliveira, 1995).*

Apesar da diferenciação entre fauna e “recursos”, é inquestionável a importância dos peixes para a economia do país, explorados que são, primariamente, como fonte de alimento. No caso específico de Minas Gerais, essa importância é refletida no número de organizações dedicadas à pesca que estão distribuídas através de todas as bacias que drenam o Estado. Conforme dados disponibilizados pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP ([www.presidencia.gov.br/estrutura\\_presidencia/seap/pesca/](http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/pesca/)) existem em Minas Gerais 27 organizações, assim divididas: 20 colônias, 6 associações e uma cooperativa de pesca (<http://200.198.202.145/seap/Jonathan/Rela%C3%A7%C3%B5es%20de%20Organiza%C3%A7%C3%B5es%20-%20Todas.pdf>).

Em Minas Gerais, o Instituto Estadual de Florestas (IEF - [www.ief.mg.gov.br](http://www.ief.mg.gov.br)) é o órgão responsável pela emissão de licenças para as categorias de pesca amadora, de subsistência e científica. Ao órgão também cabe legislar sobre o período de defeso, que tradicionalmente ocorre entre 1º de novembro e 28 de fevereiro do ano subsequente, que para os peixes de água doce coincide com a piracema. Nesse período, as atividades de pesca sofrem restrições e as regras de pesca são publicadas anualmente sob a forma de portarias.

A grande importância econômica do grupo não se traduz necessariamente em maior conhecimento sobre o recurso explorado. Esse fato é ilustrado pela quase absoluta falta de dados sobre desembarque pesqueiro, o que não permite uma avaliação confiável sobre as espécies exploradas e quantidades que são obtidas nos rios de Minas Gerais. Para o rio São Francisco, o conhecimento encontra-se mais sistematizado, embora somente em determinados trechos (confira Godinho & Godinho, 2003). Em vários reservatórios dos rios Grande e Paranaíba também é feito o acompanhamento do desembarque pesqueiro, sob coordenação da Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas, sediada em Passos-MG. Entretanto, esses dados ainda são de circulação restrita e não permitem maiores avaliações (Paulo S. Formagio, *com. pes.*). Para as demais drenagens não são executados acompanhamentos rotineiros, e os registros, de caráter temporário e pouco abrangentes, estão usualmente limitados a estudos de impacto ambiental para licenciamento de empreendimentos hidrelétricos.

Com relação à exploração de peixes nativos para aquarofilia, pode-se considerar como uma atividade praticamente nula no Estado. Entretanto, cabe ressaltar que o cultivo e a exploração de espécies na região do polo de piscicultura ornamental de Muriaé são bastante expressivos

(Magalhães, 2007). A quase totalidade dos peixes cultivados nessa região é exótica e grande parcela já se disseminou para os rios adjacentes e são capturados em conjunto com a fauna nativa (Magalhães & Jacobi, 2008).

Outro ponto a ser considerado é a possibilidade de uso dos peixes como recurso biotecnológico. Desde muito tempo os peixes são animais conhecidos por possuir toxinas que têm sido foco de estudos como fontes de agentes farmacológicos e fisiológicos (Church & Hodgson, 2002). Nesses animais, as toxinas podem ser encontradas em glândulas na pele, em espinhos das nadadeiras e em órgãos internos (Cameron & Endean, 1973).

Com relação às espécies de peixes encontradas em Minas Gerais, não são conhecidos estudos referentes ao isolamento e aproveitamento de qualquer toxina derivada dos mesmos. Entretanto, deve-se destacar que diversos bagres (Siluriformes) que ocorrem no Estado são conhecidos pelos acidentes causados a pescadores através de perfurações com os espinhos das nadadeiras peitorais e dorsais, os quais estão associados a glândulas que secretam toxinas. Dessa forma, há um potencial desconhecido na exploração dessas toxinas, constituindo um campo novo ainda totalmente inexplorado em termos biotecnológicos.

## **Estado de Conservação**

Diversos autores consideram que a biodiversidade existente em sistemas de água doce encontra-se altamente ameaçada (Allan & Flecker, 1993; Leidy & Moyle, 1998; Saunders *et al.*, 2002; Agostinho *et al.*, 2005). As principais causas são bem conhecidas e estão relacionadas a perda e degradação de habitats, superexploração das espécies, poluição, introdução de organismos exóticos e usos diversos da água - abastecimento, geração de energia, irrigação etc.

Segundo Vieira *et al.* (2008), Minas Gerais mantém mais de 10% de toda a ictiofauna conhecida do país, fato que atesta a importância do Estado para o grupo. Entretanto, é preocupante que as ações de conservação que têm sido adotadas em nível estadual sejam praticamente nulas quando se trata da ictiofauna. De modo geral, essas ações representam certo padrão para o país e estão limitadas à interdição temporária da pesca (defeso) e respectiva fiscalização, além de multas aplicadas a empresas

e cidadãos por danos ambientais à fauna de peixes. Como agravante, algumas vezes as medidas de compensação derivadas desses processos também incluem peixamentos<sup>1</sup>, os quais têm sido questionados quanto a sua real efetividade (Vieira & Pompeu, 2001; Agostinho *et al.*, 2005).

Entretanto, devemos considerar que no país ocorreu um avanço rápido nas políticas para conservação ambiental. Entre as ações desenvolvidas, cabe destacar a definição de áreas prioritárias para a conservação, iniciada no nível de biomas e posteriormente pelos Estados, e a elaboração das listas de espécies ameaçadas, também nos níveis nacional e estadual. Minas Gerais sempre esteve na vanguarda, pois elaborou o primeiro mapeamento de áreas prioritárias em 1998 (Costa *et al.*, 1998) e a primeira lista de peixes ameaçados, que foi aprovada pelo Conselho de Política Ambiental (COPAM) em 1995 e apresentada em publicação específica, em 1998 (Machado *et al.*, 1998). Ambos os documentos foram revisados recentemente (Drummond *et al.*, 2005; Drummond *et al.*, 2008) e encontram-se disponíveis para uso por toda a sociedade.

Com relação às áreas prioritárias definidas inicialmente em 1998, praticamente nenhuma ação concreta foi tomada no que se refere à ictiofauna. Um único destaque se refere à inclusão da região do alto rio Grande, bacia do Paraná, uma área indicada somente em 2005, na categoria de “rio de preservação permanente” (**Lei 15082 2004** - Publicação - Minas Gerais Diário do Legislativo - 28/04/2004 p. 24, col. 2). Entretanto, esse procedimento representou uma exceção e tramitou quase que exclusivamente sob os auspícios do legislativo mineiro, com mínima participação e análise técnica dos pesquisadores que trabalham com peixes em Minas.

É evidente que as áreas definidas como prioritárias no Estado não constituem *a priori* o desenho ideal de uma unidade de conservação, nem tampouco significam a totalidade necessária para manutenção da ictiofauna de uma região. Nesse particular, o incentivo do Estado para estudos adicionais nessas áreas é que se torna prioritário, fato que não tem sido observado.

Um exemplo isolado, e no qual não houve envolvimento do Estado, é o rio Santo Antônio, afluente do rio Doce. Em 1998, na primeira edição do Atlas de Áreas Prioritárias para a Conservação, constava

---

1 Peixamento aqui é entendido como qualquer ato deliberado de soltura de peixes no ambiente, sejam exóticos ou nativos.

toda a bacia, que foi reduzida em 2005 a somente uma parcela da drenagem localizada acima do reservatório da UHE Salto Grande. Isso só foi possível após extensos estudos com a fauna de peixes, que culminou com um planejamento de áreas mínimas que garantiriam a manutenção da maior diversidade de peixes possível (Vieira, 2006). Entretanto, mesmo com esse esforço, e agora dispondo de opções reais para conservação, a área continua sob forte tensão econômica e a sua manutenção em longo prazo passou a depender de fatores extrínsecos ao conhecimento científico. Dessa forma, a conclusão é que enquanto não existir compromisso do Estado em assumir as Áreas Prioritárias para Conservação de forma legítima e uma política eficiente de estudos nas mesmas, o que ocorrerá é a perda cada vez mais intensa de áreas insubstituíveis dentro do Estado, como relatado na segunda edição do Atlas em 2005.

No que se refere a políticas para conservação de espécies de peixes ameaçados, o esforço mais significativo foi dado em 2004 pela Fundação Biodiversitas, CEPF - Fundo de Parceria para Ecossistemas Críticos e o CEPAN – Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste. Dessa parceria resultaram os editais para o “Programa de Proteção das Espécies Ameaçadas de Extinção da Mata Atlântica Brasileira”, cujo objetivo foi financiar pesquisas com espécies ameaçadas incluídas nas listas nacional e estaduais. Com quatro editais lançados até o momento, o Programa financia, desde 2004, 51 projetos contemplando 100 espécies em 13 Estados. Em Minas Gerais, foi aprovado somente um estudo com peixes contemplando duas espécies: o surubim-do-rio-Doce, *Steindachneridion doceanum*, e o andirá, *Henochilus wheatlandii* ([www.biodiversitas.org.br/boletim/EAO/OUTUBRO/index.htm](http://www.biodiversitas.org.br/boletim/EAO/OUTUBRO/index.htm)).

Resultados obtidos através desse estudo foram apresentados em Vieira (2006), cujas ações conservacionistas recomendadas para as duas espécies são distintas: para *H. wheatlandii*, as ações devem ser voltadas para manutenção dos habitats e conscientização da população sobre a importância do animal; para *S. doceanum*, a situação é mais complexa, pois, necessariamente, envolve ações de manejo, possivelmente com reprodução em cativeiro e reintrodução em ambientes de onde desapareceu. Em ambos os casos, as recomendações do estudo incluem a delimitação e implementação de reservas, a criação de meios para maior envolvimento das comunidades que vivem nas áreas ocupadas pelas espécies, assim como a divulgação como patrimônio biológico a ser conservado.

## Infraestrutura e Recursos Humanos

### Pesquisadores da ictiofauna em Minas Gerais

Relacionar a totalidade dos pesquisadores residentes e que atuam com biodiversidade de peixes em Minas Gerais é certamente impossível, pois não há uma base de dados confiável para consulta. Adicionalmente, deve-se destacar que pesquisadores de algumas instituições incluem peixes como modelo experimental em seus trabalhos, embora não se dediquem exclusivamente ao grupo. Por outro lado, diversos egressos de cursos de pós-graduação no Estado e que desenvolveram suas dissertações ou teses com peixes, na atualidade não mais se dedicam a estudos relacionados com a ictiofauna. Finalizando, há profissionais dedicados exclusivamente a trabalhos direcionados à produção aquícola, nesse caso usando tanto espécies nativas como exóticas.

Pelo exposto, qualquer lista produzida, por mais que tenha sido pesquisada, ainda será incompleta e sujeita aos problemas relatados acima, apesar das tentativas de contorná-los ao máximo. Tendo-se como premissa essas limitações, e certamente com algumas omissões, elaboramos uma relação abrangente e representativa através das seguintes bases:

- Relação de pesquisadores consultados pela Fundação Biodiversitas para o projeto Biota Minas;
- Listagem de colaboradores da “Revisão das Listas das Espécies da Flora e da Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais” - Fundação Biodiversitas/Governo do Estado de Minas Gerais (disponível em [www.biodiversitas.org.br/listasmg/](http://www.biodiversitas.org.br/listasmg/));
- Base de currículos da Plataforma Lattes, mantida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (disponível em <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/index.jsp>);
- Listagens dos egressos dos cursos de pós-graduação da UFMG e PUC-Minas, nas áreas que incluem estudos com peixes;
- Ictiólogos com resenha da produção científica disponibilizada no Informativo Ictiológico da Sociedade Brasileira de Ictiologia (disponível em [www.sbi.bio.br/informativo.htm](http://www.sbi.bio.br/informativo.htm)).

Os dados obtidos foram avaliados e comparados entre as diversas bases, resultando em 46 profissionais fixados em Minas Gerais e trabalhando com dedicação variável ao estudo da biodiversidade de



peixes (Tabela 5). Uma lista adicional, onde constam profissionais dedicados a outros campos não relacionados à biodiversidade, é apresentada na Tabela 6.

Entre os profissionais atuando com aspectos da biodiversidade (Tabela 5), 17 possuem doutorado ou pós-doutorado e 12 são mestres. Os demais se distribuem entre graduados e alunos de mestrado e doutorado. A maioria dos pesquisadores (60,1%) está sediada em Belo Horizonte, resultando em menor fixação no interior do Estado.

Os perfis levantados são bastante diversificados, mas com predomínio de profissionais envolvidos com estudos de ecologia e biologia de peixes. Somente dois profissionais no Estado se dedicam integralmente a taxonomia de peixes, embora atualmente ambos não atuem como orientadores de pós-graduação.

Fato que chama atenção é que, do total de pesquisadores, somente nove (19,6%) atuam como orientadores formais em programas de pós-graduação, estando distribuídos em quatro universidades (UFMG, PUC-Minas, UFV e UFLA – concentrados nas duas primeiras). Nessa avaliação não foram considerados pesquisadores que ocasionalmente atuam como co-orientadores ou que orientam somente trabalhos de graduação. Esse fato, por si só, demonstra que as possibilidades de formação de ictiólogos em nível de pós-graduação no Estado são relativamente limitadas e restritas a poucas áreas.

**Tabela 5.** Pesquisadores residentes e atuando com aspectos relacionados à biodiversidade de peixes em Minas Gerais. Dados obtidos através do cruzamento de todas as fontes de pesquisa citadas anteriormente.

PESQUISADOR	TITULAÇÃO	ÁREA PRIMÁRIA DE ATUAÇÃO	INSTITUIÇÃO	ORIENTADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO
Alexandre Lima Godinho	Doutor	Ecologia de peixes	Universidade Federal de Minas Gerais	Sim
Elizete Rizzo	Doutor	Morfologia e Reprodução de peixes	Universidade Federal de Minas Gerais	Sim

continua >

continuação

<b>PESQUISADOR</b>	<b>TITULAÇÃO</b>	<b>ÁREA PRIMÁRIA DE ATUAÇÃO</b>	<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>ORIENTADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO</b>
Evanguedes Kalapothakis	Doutor	Biologia Molecular e Genética	Universidade Federal de Minas Gerais	Sim
Gilmar Bastos Santos	Doutor	Ecologia de peixes	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas)	Sim
Hugo Pereira Godinho	Pós-Doutorado	Morfologia e Reprodução de peixes	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas)	Sim
Jorge Abdala Dergam dos Santos	Doutor	Biologia Molecular e Genética	Universidade Federal de Viçosa,	Sim
José Enemir dos Santos	Doutor	Morfologia e Reprodução de peixes	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas)	Sim
Nilo Bazzoli	Doutor	Morfologia e Reprodução de peixes	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas)	Sim
Paulo dos Santos Pompeu	Doutor	Ecologia de peixes	Universidade Federal de Lavras	Sim
Agostinho Clóvis da Silva	Graduado	Ecologia de peixes	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais	Não
Anderson Oliveira Latini	Doutor	Ecologia Aplicada	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	Não
André Lincoln Barroso de Magalhães	Doutorando	Ecologia de peixes	Centro Universitário UNA/Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre - UFMG	Não
Bernardo do Vale Beirão	Graduado	Ecologia de peixes	Ichthyology Consultoria Ambiental Ltda	Não

continua &gt;

continuação

<b>PESQUISADOR</b>	<b>TITULAÇÃO</b>	<b>ÁREA PRIMÁRIA DE ATUAÇÃO</b>	<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>ORIENTADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO</b>
Breno Perillo Nogueira	Mestre	Ecologia de peixes	SETE Soluções e Tecnologia Ambiental	Não
Bruno Pereira Maia	Mestre	Ecologia de peixes	Centro Universitário UNA	Não
Bruno Villaça Campos	Mestre	Ecologia de peixes	Consórcio Andrade Gutierrez-Mendes Junior-KTY, CAMK	Não
Carlos Bernardo Mascarenhas Alves	Mestre	Ecologia de peixes	Projeto Manuelzão / CTPeixes UFMG	Não
Cecília Gontijo Leal	Mestre	Ecologia de peixes	Autônoma	Não
Cíntia Veloso Gandini	Mestrando	Ecologia de peixes	Universidade Federal de Lavras	Não
Clarissa Chalub Fonseca da Silva	Mestrando	Ecologia de peixes	Centro de Transposição de Peixes da UFMG / Companhia Energética de Minas Gerais S/A	Não
Daniel Cardoso de Carvalho	Doutorando	Biologia Molecular e Genética	Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Departamento de Zootecnia	Não
Débora Matioli Souza Hojo	Mestre	Ecologia de peixes	Ichthyology Consultoria Ambiental Ltda	Não
Fabio Mineo Suzuki	Mestrando	Ecologia de peixes	Universidade Federal de Lavras	Não
Fábio Vieira	Doutor	Ecologia de peixes	Centro de Transposição de Peixes da UFMG / Fundação Biodiversitas /ACQUA Consultoria Ltda	Não

continua >

continuação

<b>PESQUISADOR</b>	<b>TITULAÇÃO</b>	<b>ÁREA PRIMÁRIA DE ATUAÇÃO</b>	<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>ORIENTADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO</b>
Fernanda de Oliveira Silva	Mestre	Ecologia de peixes	Centro de Transposição de Peixes da UFMG / Companhia Energética de Minas Gerais S/A	Não
Francisco Ricardo de Andrade Neto	Mestre	Ecologia de peixes	Centro de Transposição de Peixes da UFMG / Companhia Energética de Minas Gerais S/A	Não
Gabriel Alkmim Pereira	Graduado	Ecologia de peixes	SETE Soluções e Tecnologia Ambiental	Não
Gilberto Nepomuceno Salvador	Mestrando	Ecologia de peixes	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas)	Não
João Pedro Correa Gomes	Graduado	Ecologia de peixes	Guira-Guira Consultoria Ambiental Ltda	Não
José Carlos de Oliveira	Doutor	Taxonomia de peixes	Universidade Federal de Juiz de Fora	Não
Luiz Gustavo Martins da Silva	Doutorando	Ecologia de peixes	UNI-BH & Biotec Soluções Ambientais Ltda.	Não
Márcia Oliveira Barbosa Silva	Mestre	Ecologia de peixes	Bios Consultoria e Serviços Ambientais Ltda	Não
Marília Lourenço dos Santos	Mestrando	Ecologia de peixes	Universidade Federal de Lavras	Não
Mauro Luís Triques	Doutor	Taxonomia de peixes	Universidade Federal de Minas Gerais	Não
Nara Tadini Junqueira	Mestrando	Ecologia de peixes	Universidade Federal de Lavras	Não
Narcisa Imaculada Brant Moreira	Doutor	Helmintologia de Parasitos, com ênfase em Helmintologia Animal	Professo adjunto da Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira, Brasil	Não

continua &gt;

continuação

<b>PESQUISADOR</b>	<b>TITULAÇÃO</b>	<b>ÁREA PRIMÁRIA DE ATUAÇÃO</b>	<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>ORIENTADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO</b>
Norma Dulce de Campos Barbosa	Doutor	Ecologia de Ecossistemas	Consultora da Bios Consultoria e Serviços Ambientais Ltda	Não
Paulo Sérgio Formagio	Graduado	Ecologia de peixes	Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Furnas	Não
Raoni Rosa Rodrigues	Mestrando	Ecologia de peixes	Centro de Transposição de Peixes da UFMG / Companhia Energética de Minas Gerais S/A	Não
Raquel Coelho Loures Fontes	Mestrando	Ecologia de peixes	Universidade Federal de Lavras	Não
Rene Eiji Souza Hojo	Mestre	Ecologia de peixes	Ichthyology Consultoria Ambiental Ltda	Não
Taynan Henriques Tupinambás	Mestre	Ecologia de peixes	Professor de ensino médio e fundamental	Não
Tiago Cesarim Pessali	Graduado	Ecologia de peixes	Piscis Consultoria Ambiental Ltda	Não
Volney Vono	Pós-Doutorado	Ecologia de peixes	Centro de Transposição de Peixes – UFMG	Não
Yoshimi Sato	Doutor	Recursos Pesqueiros de Águas Interiores, com ênfase em Manejo e Conservação	Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF)	Não
Zoraia Moura da Silva	Mestre	Ecologia de peixes	Bios Consultoria e Serviços Ambientais Ltda	Não

**Tabela 6.** Pesquisadores residentes e atuando com aspectos diversos que não a biodiversidade de peixes em Minas Gerais. Dados obtidos através do cruzamento de todas as fontes de pesquisa citadas anteriormente.

<b>PESQUISADOR</b>	<b>TITULAÇÃO</b>	<b>ÁREA PRIMÁRIA DE ATUAÇÃO</b>	<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>ORIENTADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO</b>
Aléssio Batista Miliorini	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Aline de Assis Lago	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Ana Tereza de Mendonça Viveiros-Leal	Pós-Doutorado	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Sim
Antônio Carlos Silveira Gonçalves	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Daniel Okamura	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Daniella Aparecida de Jesus Paula	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Elissandra Ulbrich Winkaler	Doutor	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Francisco Alexandre Costa Sampaio	Doutorando	Ecologia de peixes	Universidade Federal de Lavras	Não
Galileu Crovatto Veras	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Gilmara Junqueira Machado Pereira	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Hersília de Andrade e Santos	Doutor	Capacidade natatória de peixes	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais	Não
Ivan Bezerra Allaman Provisório	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Laura Helena Orfão	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Luciene Corrêa Lima	Pós-Doutorado	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí, MG	Não

continua >

continuação

<b>PESQUISADOR</b>	<b>TITULAÇÃO</b>	<b>ÁREA PRIMÁRIA DE ATUAÇÃO</b>	<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>ORIENTADOR DE PÓS-GRADUAÇÃO</b>
Luiz Davi Solis Murgas	Pós-Doutorado	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Sim
Maria Beatriz Boschi	Mestre	Poder Público	IBAMA	Não
Mário Olindo Talarico Miranda	Mestre	Poder Público	IBAMA	Não
Michelle Faria Alves	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Milena Wolff Ferreira	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Moacyr Antonio Serafini	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Priscila Vieira Rosa Logato	Doutor	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Sim
Rafael Venâncio de Araújo	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Rafael Vilhena Reis Neto	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Rodrigo Diana Navarro	Doutor	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Ronald Kennedy Luz	Pós-Doutorado	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	Não
Thiago Archangelo Freato	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Thiciana Barbosa do Amaral.	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Tiago de Lima Pereira	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Ulisses Simon de Oliveira	Mestrando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Viviane de Oliveira Felizardo	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não
Ziara Aparecida Isauí	Doutorando	Aquicultura, com ênfase em Piscicultura	Universidade Federal de Lavras	Não

## Coleções de Peixes em Minas Gerais

O inventário das coleções científicas que abrigam material testemunho de peixes de Minas Gerais foi baseado inicialmente no cadastro das coleções zoológicas do Brasil, disponibilizado no Centro de Referência em Informação Ambiental - CRIA, ([www.cria.org.br/zoo/lista](http://www.cria.org.br/zoo/lista)). Nesse cadastro constam 147 coleções dos mais variados grupos, além de informações básicas fornecidas por seus curadores. O resultado para Minas Gerais, exclusivamente, é apresentado na tabela 7, e mostra somente três coleções específicas, ou com partes do acervo, dedicadas a peixes.

De acordo com os dados disponibilizados, não foi possível fazer uma avaliação detalhada do tamanho dos acervos. Isso ocorre em função dos dados estarem indicados de forma diferenciada, ou seja, como número de lotes ou de indivíduos ou, no caso da UFMG, como total de exemplares de todas as coleções. Nenhum dos acervos está disponível para consulta via internet e o grau de informatização é bastante variável. Através das informações pode-se avaliar que o acervo melhor estruturado está na Coleção de Vertebrados do Museu de Zoologia João Moojen de Oliveira, MZUFV, enquanto as demais enfrentam diversos problemas (i.e., referentes a pessoal, espaço, organização).

No caso específico da UFMG, o acervo de peixes é bastante representativo e inclui não menos que 60.000 exemplares provenientes de quase todas as bacias estaduais e de vários outros Estados (*obs. dos autores*). Um breve relato sobre as condições nas quais se encontra esse acervo foi apresentado em item anterior (**Breve histórico do conhecimento taxonômico sobre peixes em Minas Gerais**).

**Tabela 7.** Coleções sediadas em Minas Gerais cujos acervos incluem peixes. Dados originais conforme disponibilizados no CRIA ([www.cria.org.br/zoo/lista](http://www.cria.org.br/zoo/lista) - janeiro/2009)

ITEM	COLEÇÕES		
<b>Instituição</b>	Universidade Federal de Viçosa	Universidade Federal de Juiz de Fora	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>Coleção</b>	Coleção de Vertebrados do Museu de Zoologia João Moojen de Oliveira, MZUFV	Coleção Ictiológica da UFJF	Coleções Taxonômicas da UFMG, CT-UFMG

continua >



continuação

ITEM	COLEÇÕES		
<b>Curadores responsáveis</b>	Dr. Renato Neves Feio	Dr. José Carlos de Oliveira	Drs. Alan Lane de Melo; Marcos Callisto e Fernando Amaral da Silveira
<b>Grupo taxonômico</b>	Peixes, Anfíbios, Répteis, Aves e Mamíferos	Peixes	Zoológica
<b>Organização da coleção</b>	-	A coleção está organizada por lotes sendo <b>3.000</b> lotes. Existem <b>10</b> tipos na coleção	A coleção está organizada por exemplares com um total de <b>500.000</b> exemplares
<b>Descrição sumária</b>	3.500 exemplares de peixes	A maior parte são peixes de bacias do Estado de Minas Gerais (ou que nascem neste Estado). Há uma coleção amazônica de 5.000 exemplares. A coleção marinha se concentra em peixes da região costeira do Estado do Espírito Santo	Reúne animais de vários grupos (principalmente insetos, aracnídeos, aves, mamíferos, répteis e anfíbios), principalmente de Minas Gerais, mas também, de outros Estados brasileiros e, em alguns grupos, também de outros países. O acervo de diferentes grupos conta com infraestrutura de conservação variável e está disperso em várias salas do Instituto de Ciências Biológicas. Um prédio para abrigar essas coleções deve ser construído pela universidade nos próximos anos
<b>Ecossistemas representados</b>	<b>dulcícolas:</b> Bacia do São Francisco, Bacia do Rio Doce, Bacias Costeiras do Sudeste	<b>dulcícolas:</b> Bacia do Amazonas, Bacia do Araguaia-Tocantins, Bacia do São Francisco, Bacia do Rio Doce, Bacia do Paraíba do Sul, Bacia do Paraná-Uruguai, Bacias Costeiras do Sudeste <b>marinhos:</b> Marinho do Sudeste (do ES a SP)	<b>dulcícolas:</b> Bacia do Amazonas, Bacia do São Francisco, Bacia do Rio Doce, Bacia do Paraná-Uruguai

continua >

continuação

ITEM	COLEÇÕES		
<b>Pessoal</b>	<b>3</b> curadores/pesquisadores contratados, <b>1</b> pesquisador sem vínculo empregatício <b>1</b> técnico <b>12</b> estagiários <b>3</b> estudantes de pós-graduação <b>1</b> pesquisador visitante	<b>1</b> curador/pesquisador contratado <b>2</b> estagiários	<b>9</b> curadores/pesquisadores contratados, <b>3</b> técnicos <b>5</b> estudantes de pós-graduação
<b>Informatização da coleção</b>	A coleção está parcialmente informatizada. Os dados da coleção estão organizados em planilha eletrônica (Excel e Marketing Tools)	A coleção não está informatizada. Os dados da coleção estão organizados em planilha eletrônica. Todos os registros estão em planilha Excel e em livro de registro manuscrito. A maior parte dos registros também está repetida nos relatórios de coleta, em arquivos-texto (Word). Todos os registros incluem número de campo	A coleção está parcialmente informatizada. Os dados da coleção estão organizados em banco de dados. Diferentes partes do acervo utilizam diferentes softwares. Os mais usados são Access, Excel e Specify. Há uma tendência de várias subcoleções adotarem o Specify

Em adição aos acervos relatados anteriormente, foram investigadas outras coleções no Brasil que possuem representatividade da ictiofauna de Minas Gerais. Para esse propósito foram consultados os bancos de dados disponibilizados no CRIA (<http://splink.cria.org.br>) e no SIBIP/NEODAT III / Sistema Nacional de Informações Sobre Coleções Ictiológicas ([www.mnrj.ufrj.br/search1p.htm](http://www.mnrj.ufrj.br/search1p.htm)). Os dados obtidos são apresentados na tabela 8.

**Tabela 8.** Número de lotes de peixes provenientes de Minas Gerais disponíveis nas coleções representadas em: **1** = CRIA (<http://splink.cria.org.br>) e **2** = SIBIP/NEODAT III/Sistema Nacional de Informações Sobre Coleções Ictiológicas ([www.mnrj.ufrj.br/search1p.htm](http://www.mnrj.ufrj.br/search1p.htm)).

COLEÇÕES	FONTE DOS DADOS	LOCALIZAÇÃO	LOTES	NÚMERO DE EXEMPLARES
<b>MZUSP</b> - Coleção de Peixes do Museu de Zoologia da USP	1	São Paulo - SP	3.331	SD
<b>MNRJ</b> – Museu Nacional / UFRJ – Rio de Janeiro	2	Rio de Janeiro - RJ	2.331	SD
<b>MCP</b> – Museu de Ciências e Tecnologia/ PUCRS – Rio Grande do Sul	2	Porto Alegre - RS	1.210	SD
<b>LIRP</b> - Coleção de Peixes do Laboratório de Ictiologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto	1	Ribeirão Preto - SP	996	9.127
<b>DZSJRJ</b> –Departamento de Zoologia/ São José do Rio Preto - Coleção de Peixes	1	São José do Rio Preto - SP	594	9.486
<b>ZUEC-PIS</b> - Coleção de Peixes do Museu de Zoologia da UNICAMP	1	Campinas - SP	75	168
<b>NUP</b> - Coleção Ictiológica do Nupélia	1	Maringá - PR	58	294
<b>INPA</b> – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - Coleção de Peixes*	1	Manaus - AM	43	SD
<b>MBML</b> – Museu de Biologia Mello Leitão - Coleção de Peixes	1	Santa Teresa - ES	36	138
<b>UFRGS</b> – Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2	Porto Alegre - RS	13	SD
<b>Total</b>	-	-	<b>8.687</b>	<b>19.213 (parcial)</b>

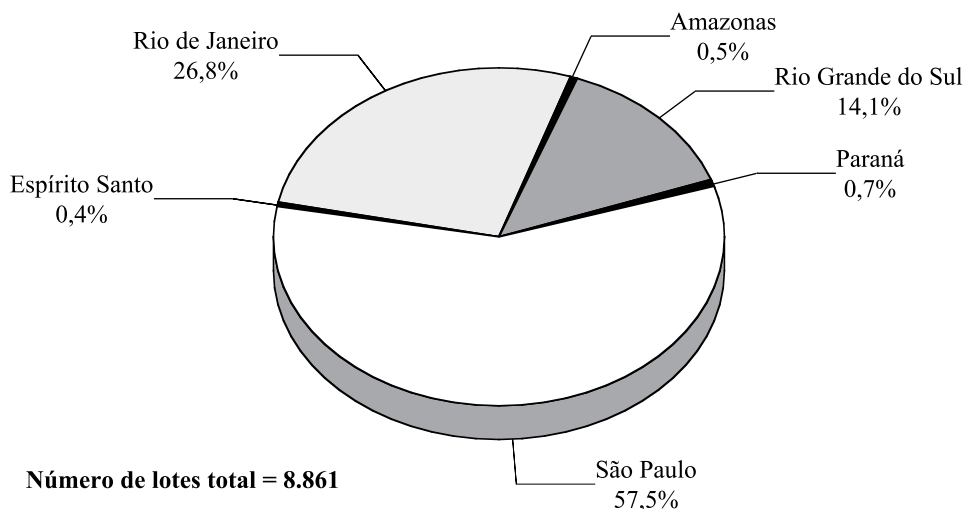
SD = sem dados

\* A maioria dos registros deve constituir erro com relação à indicação do Estado “Minas Gerais”.

Conforme observado, há uma quantidade bastante expressiva de material depositado fora do Estado, o que demonstra claramente a falta de tradição em curadoria para peixes nas instituições mineiras. Os acervos se encontram em sua maioria nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro e distribuídos em várias instituições (Tabela 8 e Figura 3).

Como os três maiores acervos (MZUSP, MNRJ e MCP) não disponibilizam o número de exemplares por lote, consideramos uma média de 10 exemplares/lote (calculado com base nos acervos disponíveis) para estimar o total de exemplares depositados fora do Estado. O total foi de cerca de 55.000 exemplares, número esse pouco inferior àquele que é estimado estar armazenado na Coleção de Ictiologia das Coleções Taxonômicas da UFMG-CT-UFMG.

Considerando que os exemplares mantidos na UFMG são provenientes de amostragens em quase todas as drenagens estaduais, o que não ocorre para as demais coleções avaliadas, é intuitivo que esse acervo venha a se tornar o mais importante e representativo de Minas Gerais. Entretanto, cabe ressaltar que isso só irá ocorrer se esforços urgentes forem empreendidos para que o mesmo passe a ter status real de coleção, quando então poderá ser disponibilizado e utilizado pela comunidade científica.



**Figura 3.** Número de lotes de peixes distribuídos nas coleções localizadas fora de Minas Gerais.

## Prioridades e Perspectivas

A Fundação Biodiversitas disponibilizou durante o ano de 2008 um questionário online para que os pesquisadores que trabalham com peixes avaliassem diversos aspectos quanto à melhoria do conhecimento sobre o grupo em Minas Gerais.

Com relação às pesquisas prioritárias com o grupo, o questionário foi respondido por 27 pesquisadores e a síntese do mesmo, considerando-se somente a “prioridade alta”, é apresentada na tabela 9.

**Tabela 9.** Pesquisas prioritárias com peixes em Minas Gerais, considerando-se somente as respostas para “prioridade alta” (número de pesquisadores = 27).

TIPO DE PESQUISA	PRIORIDADE ALTA	
	NÚMERO DE RESPOSTAS	% NA PESQUISA
Conservação	20	74,07
Inventário	17	62,96
Distribuição	17	62,96
Taxonomia convencional	15	55,56
Filogenia e sistemática	10	37,04
Outra	8	29,63
Uso sustentável	6	22,22
Filogeografia	4	14,81
Bioprospecção	1	3,7
Genética	1	3,7
Taxonomia molecular	1	3,7
Demografia	1	3,7
Aplicações tecnológicas	0	0
<b>Total</b>	101	-

Fonte: Questionário online disponibilizado pela Fundação Biodiversitas (2008).

Do total de respostas obtidas observou-se nítida concentração em conservação, inventário, distribuição, taxonomia convencional, filogenia e sistemática. Essas pesquisas podem ser resumidas em uma sequência, da seguinte forma: saber quais espécies ocorrem no Estado e onde estão, identificá-las corretamente e mantê-las a longo prazo. Interessante notar a grande demanda por identificação (taxonomia convencional, filogenia e sistemática), talvez reflexo direto da reconhecida carência de taxonomistas para o grupo dentro do Estado, o que certamente representa um empecilho para ampliação do conhecimento nos mais variados temas. Deve-se ainda destacar que as pesquisas foram indicadas em sua maioria para serem desenvolvidas a médio/longo prazo (88%).

Para realização de pesquisas dentro dos temas considerados prioritários, os pesquisadores também indicaram quais recursos seriam necessários (Tabela 10). Como se observa, a demanda é alta para quase todos os itens constantes no questionário. Esse fato demonstra que a alocação futura de recursos deve ser balanceada entre as diferentes demandas, o que representa uma forma de ter um crescimento do conhecimento de forma mais equânime entre os diversos temas.

**Tabela 10.** Recursos prioritários para desenvolvimento de pesquisas com peixes em Minas Gerais, considerando-se somente as respostas para “prioridade alta” (número de pesquisadores = 19).

TIPO DE PESQUISA	PRIORIDADE ALTA	
	NÚMERO DE RESPOSTAS	% NA PESQUISA
Transporte	15	78,95
Publicação	13	68,42
Passagens	13	68,42
Material Permanente	12	63,16
Material de consumo	11	57,89
Recursos	9	47,37
Capacitação	8	42,11
Infraestrutura	5	26,32
Outros	1	5,26
<b>Total</b>	<b>87</b>	-

Fonte: Questionário online disponibilizado pela Fundação Biodiversitas (2008).

Embora, certamente, não represente a totalidade do pensamento da comunidade de pesquisadores que trabalham com peixes no Estado, esta amostragem permite discutir e avaliar algumas *Prioridades e Perspectivas* para que o nível de conhecimento sobre a ictiofauna em Minas Gerais seja ampliado. O primeiro ponto diz respeito à necessidade urgente de fortalecimento das coleções de peixes existentes no Estado. Em paralelo, deverá ser incentivada a contratação e fixação de pessoal (pesquisadores, técnicos e estudantes) para trabalhar com os acervos já existentes e também para organizar aqueles que se encontram em situação mais precária. Esse é o caso da UFMG, pois, embora tenha a maior quantidade de exemplares coletados e armazenados, sequer possui uma coleção formalmente constituída. A formação de pessoal (graduação e pós-graduação) habilitado para trabalhar com inventários e taxonomia certamente é uma lacuna que também precisa ser sanada. Sem esse esforço inicial, é pouco provável que se possa dar um salto quali-quantitativo para conhecimento da biodiversidade de peixes existente no Estado.

Desde que essa etapa esteja cumprida, embora não signifique que não possa ser desenvolvida paralelamente, linhas de financiamento específicas deverão ser disponibilizadas para apoiar a realização de inventários nas áreas consideradas mais carentes de informação, sendo o caminho natural a exploração inicial daquelas já indicadas em Drummond *et al.* (2005). Ainda com referência a inventários, deve ser feito um esforço para recuperação da informação e do material testemunho obtido nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) que, apesar de extremamente importantes, acabam, com raras exceções, sendo subaproveitados em termos científicos.

Por último, o investimento em publicações como catálogos, guias, livros ou mesmo publicações periódicas que permitam a divulgação da biodiversidade de peixes do Estado, tanto para a comunidade científica quanto para a população leiga, também deve ser considerada como meta importante. Destaca-se que essa foi a segunda demanda indicada para aplicação de recursos pelos pesquisadores que responderam ao questionário. Certamente, com a ampliação e disseminação do conhecimento de forma irrestrita, as ações para conservação da grande biodiversidade de peixes que o Estado abriga tendem a se tornar mais comuns e eficientes. Afinal, pouco valor é dado ao que não se conhece!

## Referências Bibliográficas

- Abell, R., M.L. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, M. Kottelat, N. Bogutskaya, B. Coad, N. Mandrak, S.C. Balderas, W. Bussing, M.L.J. Stiassny, P. Skelton, G.R. Allen, P. Urmack, A. Naseka, R. Ng, N. Sindorf, J. Robertson, E. Armijo, J.V. Higgins, T.J. Heibel, E. Wikramanayake, D. Olson, H.L. López, R.E. Reis, J.G. Lundberg, M.H. Sabaj Pérez & P. Petry. 2008. Freshwater ecoregions of the world: a new map of biogeographic units for freshwater biodiversity conservation. *BioScience* 58(5):406-414.
- Agostinho, A.A. & e. Benedito-Cecilio (ed.). 1992. *Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil*. Documentos do IX Encontro Brasileiro de Ictiologia, EDUEM, Maringá. 127p.
- Agostinho, A.A., S.M. Thomaz & L.C. Gomes. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology* 19(3):646-652
- Albert, J.S., W.G.R. Crampton, D.H. Thorsen & N.R. Lovejoy. 2005. Phylogenetic systematics and historical biogeography of the Neotropical electric fish *Gymnotus* (Teleostei: Gymnotiformes). *Systematic and Biodiversity* 2(4):375-417.
- Allan, J.D. & A.S. Flecker. 1993. Biodiversity conservation in running waters: identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. *BioScience* 43(1):32-43
- Alves C.B.M., F. Vieira, A.L. Magalhães & M.F.G. Brito. 2007. Impacts of non-native fish species in Minas Gerais, Brazil: present situation and prospects, p. 291-314. In: T.M. Bert (ed). *Ecological and genetic implications of aquaculture activities*. Dordrecht. Springer.
- Alves, C.B.M. & P.S. Pompeu (org.). 2001a. *Peixes do Rio das Velhas: Passado e Presente*. 1. ed. Belo Horizonte: Segrac, 194p.
- Alves, C.B.M. & P.S. Pompeu. 2001b. A fauna de peixes da bacia do rio das Velhas no final do século XX. p. 165-187. In: C.B.M. Alves & P.S. Pompeu (org.). *Peixes do Rio das Velhas, Passado e Presente*. 1ª ed. Belo Horizonte: Segrac, 194p.
- Alves, C.B.M. & P.S. Pompeu. 2005. Historical changes in the Rio das Velhas fish fauna Brazil. *American Fisheries Society Symposium* 45:587-602.
- Alves, C.B.M. & V. Vono. 1997. A ictiofauna do córrego Gameleira, afluente do rio Grande - Uberaba (MG). *Acta Limnológica Brasileira* 9:23-31.
- Alves, C.B.M. & V. Vono. 1998. A ictiofauna do rio Paraopeba, bacia do rio São Francisco (MG), anterior à construção da escada experimental para peixes. *Anais do Seminário Regional de Ecologia*, São Carlos 3:1523-1537.
- Alves, C.B.M., H.P. Godinho, A.L. Godinho & V.C. Torquato. 1998. A ictiofauna da represa de Itutinga, rio Grande (Minas Gerais - Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 58(1):121-129.
- Alves, C.B.M., F. Vieira & P.S. Pompeu. *no prelo*. *Ictiofauna do rio São Francisco*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Bertaco, V.A., L.R. Malabarba & J.A. Dergam. 2007. New *Hypphesobrycon* from the upper rio Pardo drainage in eastern Brazil (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology* 5(3):245-249.
- Bizerril, C.R.S.F. 1994. Análise taxonômica e biogeográfica da ictiofauna de água doce do leste brasileiro. *Acta Biológica Leopoldensia* 16(1):51-80.
- Bockmann, F.A. & I. Sazima, I. 2004. *Trichomycterus maracaya*, a new catfish from the upper rio Paraná, southeastern Brazil (Siluriformes: Trichomycteridae), with notes on the *T. brasiliensis* species-complex. *Neotropical Ichthyology* 2(2):61-74.
- Brant, V. 1974. Ictiofauna de Minas Gerais. VII - Um novo serasalmideo do Estado de Minas Gerais, Brasil (Actinopterygii, Cypriniformes). *Arquivos do Museu de Historia Natural Universidade Federal de Minas Gerais* 1:147-152.
- Britski, H.A. 2001. Sobre a Obra Velhas-Flodens Fiske (Peixes do Rio das Velhas), p.15-22. In: C.B.M. Alves & P.S. Pompeu (org.). *Peixes do Rio das Velhas, Passado e Presente*. 1ª ed. Belo Horizonte: Segrac. 194p.
- Britski, H.A., Y. Sato & A.B.S. Rosa. 1984. *Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco*. Brasília, Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações – CODEVASF, Divisão de Piscicultura e Pesca. 143p.
- Burton, 1977. *Viagem de canoa de Sabará ao Oceano Atlântico*. Belo Horizonte, Editora Itatiaia. 359p.
- Cameron, A.M. & R. Endean. 1973. Epidermal secretions and the evolution of venom glands in fishes. *Toxicon* 11:401-410.
- Church, J. E. & Hodgson, W. C. 2002. The pharmacological activity of fish venoms. *Toxicon* 40(8):1083-1093.
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. 2003. Divisão Hidrográfica Nacional. Resolução nº 32 do CNRH. 15 de Outubro de 2003
- Costa, M.R.C., G. Hermann, C.S. Martins, L.V. Lins & I.R. Lamas. 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 94p.
- Costa, W.J.E.M. & G.C. Brasil. 2006. Three new species of the seasonal killifish genus *Simpsonichthys*, subgenus *Hypsolebias* (Teleostei: Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the rio Paracatu drainage, rio São Francisco basin, Brazil. *Zootaxa* 1244:41-55.



- Costa, W.J.E.M. & G.C. Brasil. 1990. Description of two new annual fishes of the genus *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the Sao Francisco basin, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 1:15-22.
- Costa, W.J.E.M. & G.C. Brasil. 1991. Three new species of *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the Sao Francisco basin, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 2:55-62.
- Costa, W.J.E.M. & G. C. Brasil. 1994. Trois nouveaux poissons annuels du genre *Cynolebias* (Cyprinodontiformes: Rivulidae) du bassin du rio Sao Francisco, Bresil. *Revue Francaise a» Aquariologie* 21:5-10.
- Costa, W.J.E.M. & S. Hellner. 1999. *Simpsonichthys similis* (Cyprinodontiformes: Rivulidae), une nouvelle espèce de poisson annuel du bassin du Rio São Francisco, Brésil. *Revue française d'Aquariologie Herpetologie* 25(3-4)[1998]:89-91.
- Costa, W.J.E.M. & D.T.B. Nielsen. 2000. *Simpsonichthys auratus*, a new annual fish from the rio Paracatu drainage, São Francisco basin, Brazil (Cyprinodontiformes, Rivulidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 11(1):7-12.
- Costa, W.J.E.M. 1992a. Description de huit nouvelles especes du genre *Trichomycterus* (Siluriformes: Trichomycteridae), du Bresil oriental. *Revue Francaise d' Aquariologie* 18:101-111.
- Costa, W.J.E.M. 1992b. Descrição de uma nova espécie do gênero *Neofundulus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae), da bacia do rio São Francisco, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 52(4):615-618.
- Costa, W.J.E.M. 2003a. *Rivulus paracatuensis* n. sp. (Cyprinodontiformes: Rivulidae): a new rivuline species from the Rio São Francisco basin, Brazil. *Aqua, Journal of Ichthyology and Aquatic Biology* 7(1):39-43.
- Costa, W.J.E.M. 2003b. The *Simpsonichthys flavicaudatus* species group (Cyprinodontiformes: Rivulidae: Cynolebiatinae): phylogenetic relationships, taxonomic revision and biogeography. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 14(1):31-60.
- Costa, W.J.E.M. 2005. *Simpsonichthys nielseni* sp. n. (Teleostei: Cyprinodontiformes: Rivulidae): a new annual killifish from the São Francisco River basin, Brazil. *Zootaxa* 1039:57-64.
- Costa, W.J.E.M. 2008. *Rivulus giarettai*, a new killifish from the Araguari River drainage, upper Paraná River basin, Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 19(1):91-95.
- Costa, W.J.E.M., D.T.B. Nielsen & A.C. de Luca. 2001. Quatro novos rivulídeos anuais do gênero *Simpsonichthys* (Cyprinodontiformes) das bacias dos rios São Francisco e Pardo, Brasil. *Aquarium (Brasil)* 4(26):24-31.
- Drummond, G.M., C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini. 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua conservação*. 2ª. Ed., Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 222p.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann. 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Eigenmann, C.H. 1909. The fresh-water fishes of Patagonia and an examination of the Archiplata-Archelenis theory. *Rep. Princeton Univ. Exped. Patagônia, 1896-1899 (Zool.)* 3(1):225-374.
- Eigenmann, C.H. 1914. Some results from studies of South American fishes. IV. New genera and species of South American fishes. *Contrib. Zool. Lab. Ind. Univ.* 135(20):44-48.
- Eschmeyer, W. N. & Fong, J. D. 2009. *Species of Fishes by family/subfamily*. Disponível em: <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.html>. Acesso em: jan. de 2009.
- Froese, R. & D. Pauly (ed.). 2009. *FishBase. World Wide Web electronic publication*. Disponível em: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). Acesso em: fev. de 2009.
- Géry, J. 1969. The fresh-water fishes of South America, p.828-848. In: E.J. Fitkau (ed.). *Biogeography and Ecology in South America*. The Hague (Netherlands): W. Junk
- Godinho A.L. 1996. *Peixes do Parque Estadual do Rio Doce*. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas/Universidade Federal de Minas Gerais. 32p.
- Godinho, A.L. 1998. Peixes, p.477-481. In: A.B.M. Machado, G.A.B. Fonseca, R.B. Machado, L.M.S. Aguiar, L.V. Lins (org.). *Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- Godinho, H.P. & A.L. Godinho (org.). 2003. *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Belo Horizonte: PUC Minas. 468p.
- Godinho, H. P. 2008. Breve história da ictiologia em Minas Gerais. *Ação Ambiental*. 39:22-24.
- Godinho, H.P., G.B. Santos, C.B.M. Alves & P.S. Formagio. 1992. Os peixes e a pesca na represa da Pampulha. Belo Horizonte. *Anais do Seminário da Bacia Hidrográfica da Pampulha*. p.86-97.
- Godinho, H.P., A.L. Godinho & V. Vono. 1999. Peixes da bacia do rio Jequitinhonha, p.414-423. In: Lowe-McConnell (ed.). Tradução: A.E.A.M. Vazzoler, A.A. Agostinho & P.T.M. Cunnhingham. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. EDUSP, São Paulo.
- Ihering, H. von. 1900. The History of the Neotropical Region. *Science* 7, December 1900: 857- 864.
- International Union for Conservation of Nature - IUCN 2008. Summary statistics 2008 Red List. Disponível em: [www.iucn.org/about/work/programmes/species/red\\_list/2008\\_red\\_list\\_summary\\_statistics/index.cfm](http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/2008_red_list_summary_statistics/index.cfm). Acesso em : nov. de 2008).

- Kottelat, M. & T. Whitten. 1996. Freshwater biodiversity in Asia, with special reference to fish. *World Bank Tech. Pap.* 343:59.
- Leidy R.A. & P.B. Moyle. 1998. Conservation status of the world's fish fauna: an overview. p.187-27. *In:* P.L. Fiedler & P.M. Kareiva (ed.). *Conservation Biology*. 2 ed. New York: Chapman and Hall.
- Lévêque, C., T. Oberdorff, D. Paugy, M.L.J. Stiassny & P.A. Tedesco. 2008. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Freshwater Animal Diversity Assessment, Hydrobiologia* 595:545-567.
- Lima, F.C.T. & H.A. Britski. 2007. *Salminus franciscanus*, a new species from the rio São Francisco basin, Brazil (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). *Neotropical Ichthyology* 5(3):237-244.
- Lütken, C.F. 1875. Velhas-Flodens Fiske. Et Bidrag til Brasiliens Ichthyologi; efter Professor J. Reinhardts Indsamlinger og Optegnelser. Det Kongelige Danske visenskabernes selskabs skrifter. *Naturvidenskabelig og matematisk afdeling. 5te Raekke [Ser. 5]*. 12(2):121-253.
- Machado, A.B.M., G.A.B. Fonseca, R.B. Machado, L.M.S. Aguiar & L.V. Lins. 1998. *Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais*. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas. 605p.
- Magalhães, A.L.B. & C.M. Jacobi. 2008. Ornamental exotic fish introduced into Atlantic Forest water bodies, Brazil. *Neotropical Biology And Conservation* 2:73-77
- Magalhães, A.L.B. 2007. Pólo de piscicultura ornamental de Muriaé, Estado de Minas Gerais: maior fonte dispersora de espécies exóticas do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia* 86:5-6.
- Malabarba, L.R. & S.H. Weitzman. 1999. A new genus and species of South American fishes (Teleostei: Characidae: Cheirodontinae) with a derived caudal fin, including comments about inseminating cheirodontines. *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 112:410-431.
- McAllister, D.E., A.L. Hamilton & P. Harvey. 1997. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. *Sea Wind* 11(3):140.
- Menezes, N.A. 1972. Distribuição e origem da fauna de peixes de água-doce das grandes bacias fluviais do Brasil, p.79-108. *In: Comissão internacional da bacia Paraná-Uruguai. Poluição e piscicultura*. São Paulo, Faculdade de Saúde Pública da USP/Instituto de Pesca.
- Menezes, N.A. 1988. Implications of the distribution patterns of the species of *Oligosarcus* (Teleostei, Characidae) from central and southern South America, p.295-304. *In:* P.E. Vanzolini & W.R. Heyer (ed.). *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Menezes, N.A. 1992. Sistemática de Peixes. Situação Atual e Perspectivas da Ictiologia no Brasil. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, p.19-28.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA, Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, The Nature Conservation - TNC & World Wildlife Fund - WWF. 2006. *Ecorregiões aquáticas do Brasil*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, CNPq. Disponível em: <http://pnrh.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: fev. 2009.
- Olden, J.D., N.L.R. Poff, M.R. Douglas, M.E. Douglas & K.D. Fausch. 2004. Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. *Trends in Ecology and Evolution* 19(1):18-24.
- Oliveira, J.C. & O.T. Oyakawa. 1999. Two new species of *Hemipsilichthys* (Teleostei: Siluriformes: Loricariidae) from Serra do Espinhaço, Minas Gerais Brazil. *Ichthyological Exploration of Freshwaters* 10(1):73-80.
- Oliveira, J.C. 1995. Usinas Hidrelétricas e seu Impacto sobre a Ictiofauna. Uma Avaliação de Estudos Ambientais com Destaque para os Levantamentos. Rio de Janeiro, *Seminário sobre Fauna Aquática e o Setor Elétrico Brasileiro*. p. 20-39. Caderno 4 - Estudos e Levantamentos. Eletrobrás.
- Otoni, F.P. & W.J.E.M. Costa. 2008. Taxonomic revision of the genus *Australoheros* Rican & Kullander, 2006 (Teleostei: Cichlidae) with descriptions of nine new species from southeastern Brazil. *Vertebrate Zoology* 58(2):207-232.
- Pereira, E.H.L., F. Vieira & R.E. Reis. 2007. A new species of sexually dimorphic *Pareiorhaphis* Miranda Ribeiro, 1918 (Siluriformes: Loricariidae) from the rio Doce basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 5(4):443-448.
- Pereira, E.H.L., J.C. Oliveira & O.T. Oyakawa. 2000. *Hemipsilichthys papillatus*, a new species of loricariid catfish (Teleostei: Siluriformes) from Minas Gerais, Brazil. *Ichthyological Exploration Of Freshwaters* 11(4):377-383.
- Pinto, S.Y. 1970. Observações ictiológicas. VI. *Antobrantia*, nôvo gênero de ofictideo do Brasil (Actinopterygii, Anguilliformes, Ophichthyidae). *Atas da Sociedade de biologia do Rio de Janeiro*, 14(1-2):13-15.
- Pinto, S.Y. 1972. Um novo Clupeidae da Bacia do Parnaíba, Piauí, Brasil (Actinopterygii, Clupeiformes). *Boletim do Museu de História Natural U.F.M.G., Zoologia* 14:1-13.
- Pinto, S.Y. 1975. *Lycodontis guarapiensis*, una nueva morena del Atlântico occidental, Brasil (Actinopterygii, Anguilliformes, Muraenidae). *Physis Seccion A los Oceanos y sus Organismos* 34(89): 399-403.
- Pompeu, P.S. & H.P. Godinho. 2003. Ictiofauna de três lagoas marginais do médio São Francisco, p.167-182. *In:* H.P. Godinho & A.L. Godinho. (org.). *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. PUCMinas: Belo Horizonte.

- Reis, R.E. 1989. Systematic revision of the neotropical characid subfamily Stethaproninae (Pisces, Characiformes). *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS* 2(6):3-86.
- Reis, R.E., S.O. Kullander & C.J. Ferraris Jr. (org.). 2003. *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre: EDIPUCRS. 729p.
- Reis, R.E., E.H.L. Pereira & J.W. Armbruster. 2006. Delturinae, a new loricariid catfish subfamily (Teleostei, Siluriformes), with revisions of *Delturus* and *Hemipsilichthys*. *Zoological Journal of the Linnean Society* 147:277-299.
- Ribeiro, F.R.V. & C.A.S. Lucena. 2006. A new species of *Pimelodus* LaCépède, 1803 (Siluriformes: Pimelodidae) from the rio São Francisco drainage, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 4(4):411-418.
- Ringuelet, R.A. 1975. Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur, Corrientes, Argentina*, 2(3):1-122.
- Rosa, R.S. & F.C.T. Lima. 2005. Peixes, p.65-81. In: A.B.M. Machado, C.S. Martins & G.M. Drummond (ed.). *Lista da Fauna brasileira ameaçada de extinção: incluindo as espécies quase ameaçadas e deficientes em dados*. Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte. 160p.
- Sarmiento-Soares, L.M. & P.A. Buckup. 2005. A new *Glanidium* from the Rio São Francisco basin, Brazil (Siluriformes: Auchenipteridae: Centromochilinae). *Copeia* (4):846-853.
- Sato, Y. & H.P. Godinho. 1999. Peixes da bacia do rio São Francisco, p.401-413. In: Lowe-McConnell (ed.). Tradução: A.E.A.M. Vazzoler, A.A. Agostinho & P.T.M. Cunnhingham. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: EDUSP.
- Sato, Y. & H.P. Godinho. 2003. Migratory fishes of the São Francisco River, p.199-232. In: J. Carolsfeld, B. Harvey, C. Ross & A. Baer (ed.). *Migratory fishes of South America: biology, fisheries, and conservation status*. Victoria: World Fisheries Trust/IDRC/World Bank. 380p.
- Sato, Y., E.L. Cardoso & J.C. Amorim. 1987. *Peixes das Lagoas Marginais do Rio São Francisco a Montante da Represa de Três Marias (Minas Gerais)*. Brasília, CODEVASF, 42p.
- Saunders, D.L., J.J. Meeuwig & C.J. Vincent. 2002. Freshwater protected areas: strategies for conservation. *Conservation Biology* 16(1):30-41.
- Schaefer, S.A. 1998. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae), p.375-400. In: L.R. Malabarba, R.E. Reis, R.P. Vari, Z.M. Lucena & C.A.S. Lucena (ed.). *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Sunaga T. & J.R. Verani. 1991. The fish communities of the lakes in Rio Doce Valley, Northeast, Brazil. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 24:2563-2566.
- Travassos, H. 1960. Catálogo dos peixes do vale do rio São Francisco. *Bol. Soc. Cear. Agron.* 1:1-66.
- Triques, M.L. & V. Vono. 2004. Three new species of *Trichomycterus* (Teleostei: Siluriformes: Trichomycteridae) from the Rio Jequitinhonha basin, Minas Gerais, Brazil. *Ichthyological exploration of freshwaters* 15:161-172.
- Triques, M.L., V. Vono & E.V. Caiafa. 2003. *Astyanax turmalinensis*, a new species of fish from the Rio Jequitinhonha basin, Minas Gerais, Brazil (Characiformes: Characidae: Tetragonopterinae). *Aqua (Neu-Senburg)* 7:145-150.
- Vaz, M.M., V.C. Torquato & N.D.C. Barbosa. 2000. *Guia ilustrado de peixes da bacia do Rio Grande*. Companhia Energética de Minas Gerais. Belo Horizonte: CEMIG/CETEC. 144p.
- Veira, F. & P.S. Pompeu. 2001. Peixamentos: uma ferramenta para conservação da ictiofauna nativa? *Ciência Hoje* 30(175):28-33.
- Veira, F. 1994. *Estrutura de comunidades e aspectos da alimentação e reprodução dos peixes em dois lagos do médio rio Doce, MG*. Dissertação Mestrado, Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 64p.
- Veira, F. 2005. Peixes, p.73-80. In: G.M. Drummond, C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini (org.). *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. 2ª. ed. Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte.
- Veira, F. 2006. *Ictiofauna do rio Santo Antônio, bacia do rio Doce: proposta de conservação*. Tese Doutorado, Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 101p.
- Veira, F., C.B.M. Alves, P.S. Pompeu & V. Vono. 2008. Peixes ameaçados de Minas Gerais. In: G.M. Drummond, A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann. 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Veira, F., P.S. Pompeu & S.S. Baumgratz. 2000. *Os peixes e a pesca no rio Piracicaba – MG*. Ecodinâmica/Belgo Mineira/Samarco - Belo Horizonte.
- Veira, F., G.B. Santos & C.B.M. Alves. 2005. Ictiofauna do Parque Nacional da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil) e áreas adjacentes. *Lundiana, Belo Horizonte* 6:77-87.
- Vono, V., C.B.M. Alves & A.L.B. Magalhães. 1997. A ictiofauna dos cursos d'água tributários da futura UHE-Igarapava, rio Grande (MG). *Acta Limnologica Brasiliensia, São Paulo* 9:33-43.



# Anfíbios

Luciana Barreto Nascimento<sup>1</sup>

Felipe Sá Fortes Leite<sup>2</sup>

Paula Cabral Eterovick<sup>1</sup>

Renato Neves Feio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUCMinas

<sup>2</sup> Pesquisador Autônomo

<sup>3</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV.

## Estado do Conhecimento

### Histórico do conhecimento da anurofauna em Minas Gerais

Atualmente, são registradas no mundo 6.184 espécies de anfíbios, pertencentes a três ordens: Anura, com 5.453 espécies; Caudata, com 560; e Gymnophiona, com 171 espécies (Frost, 2007). O Brasil é o país com maior riqueza de anfíbios, seguido por Colômbia e Equador (IUCN, 2006; SBH, 2008), sendo reconhecidas 825 espécies, entre as quais 797 são anuros, um caudado e 27 gimnofionos (SBH, 2008). Este número tende a aumentar, considerando que de 2004 até o momento foram descritas 48 novas espécies para o país, 15 das quais (31,25%) publicadas com exemplares do Estado de Minas Gerais (Vasconcelos & Giaretta, 2003; Baldissera *et al.*, 2004; Caramaschi & Cruz, 2004; Caramaschi *et al.*, 2004, 2006; Napoli & Caramaschi, 2004; Pugliese *et al.*, 2004; Nascimento *et al.*, 2005a; Brandão *et al.*, 2007; Cruz *et al.*, 2006, 2007a, b; Drummond *et al.*, 2007; Giaretta *et al.*, 2007a, b). Somam-se a este número publicações em preparação (e.g., Cruz *et al.*, *no prelo*; Lourenço *et al.*, *no prelo*) e os constantes registros de ampliação da distribuição geográfica (ex., Carvalho & Nascimento, 2005a, b, c; Cassimiro *et al.*, 2006; Araújo *et al.*, 2007; Cassini *et al.*, 2007; Weber *et al.*, 2007) para espécies com ocorrência no Estado. Atualmente, apesar de ainda não existir um esforço específico de compilação ou inventário, há registros de ocorrência de aproximadamente 200 espécies de anfíbios em Minas Gerais (Drummond *et al.*, 2005), demonstrando o potencial da região para abrigar uma fauna de anfíbios bem mais rica e cujo conhecimento taxonômico ainda é bastante incipiente.

Os primeiros registros científicos de anfíbios no Estado de Minas Gerais foram fornecidos pela publicação de descrições de espécies coletadas por naturalistas, principalmente durante o século XIX. Dentre eles destaca-se o alemão Johann Baptist von Spix, que descreveu, em 1824, a espécie *Hypsiboas albopunctatus* com material tipo proveniente de Minas Gerais (Spix, 1824).

Realizado em Lagoa Santa, Minas Gerais, o estudo publicado pelos dinamarqueses Johannes Theodor Reinhardt e Cristian F. Lütken (Reinhardt & Lütken, “1861” 1862) foi o primeiro a caracterizar a fauna de anfíbios e répteis de uma localidade brasileira. Cinco espécies, *Dendropsophus rubicundulus*, *Hypsiboas lundii*, *Crossodactylus trachystomus*, *Odontophrynus cultripes* e *Physalaemus marmoratus* foram descritas, e permanecem válidas, a partir de exemplares

coletados na região (Reinhardt & Lütken, “1861” 1862; Nascimento *et al.*, 2006). Outras foram descritas de Juiz de Fora, como *Ischnocnema verrucosa* (Reinhardt & Lütken, “1861” 1862).

Em 1925, Dr. Adolph Lutz descreveu novas espécies de anuros com base em espécimes coletados nas regiões metropolitanas de Belo Horizonte e de Juiz de Fora (Lutz, 1925). Posteriormente, sua filha, Dra. Bertha Lutz, também descreveu espécies do Parque Nacional do Itatiaia (Lutz & Carvalho, 1958) e da região de Poços de Caldas (Lutz, 1966, 1968).

Nos anos 1950, Dra. Doris Cochran, do Smithsonian Museum de Washington, EUA, estudou os anfíbios do Sudeste do Brasil, onde visitou várias localidades. Os resultados de seu trabalho incluem redescrições de várias espécies até então registradas para o Estado de Minas Gerais (Cochran, 1955).

Um conjunto relevante de publicações sobre os anfíbios da Serra do Cipó, na Cadeia do Espinhaço, iniciou-se com o Dr. Werner C. A. Bokermann, que, sozinho ou com a colaboração do Dr. Ivan Sazima, descreveu espécies de anuros ocorrentes em áreas de campos rupestres da Serra do Cipó (e.g., Bokermann, 1956, 1964, 1967; Bokermann & Sazima, 1973a, b; 1978; Sazima & Bokermann, 1977, 1978, 1982). Posteriormente, os Drs. Ivan Sazima e Ulisses Caramaschi descreveram outras espécies da região da Serra do Cipó e Lagoa Santa (Caramaschi & Sazima, 1984, 1985; Sazima & Caramaschi, 1986).

Na década de 1980, foram descritas duas espécies da Serra do Caparaó, divisa dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, pelo Dr. Ronald Heyer (Heyer, 1982). Nesta mesma época, Dr. Adão Cardoso e colaboradores descreveram algumas espécies provenientes da região sudoeste do Estado de Minas Gerais, em áreas próximas ou no Parque Nacional da Serra da Canastra (Cardoso & Sazima, 1980; Cardoso & Andrade, 1982; Cardoso & Haddad, 1982). Posteriormente, mais algumas espécies foram descritas por diversos autores para a região de Morro do Ferro, município de Poços de Caldas, tais como *Scinax ranki* (Andrade & Cardoso, 1987), *Proceratophrys palustris* (Giaretta & Sazima, 1993), *Bokermannohyla vulcaniae* (Vasconcelos & Giaretta, 2003) e *Hypsiboas stenocephalus* (Caramaschi & Cruz, 1999).

Com o aumento do número de pesquisadores com formação em taxonomia em Minas Gerais, muitos deles orientados pelos Drs. Ulisses Caramaschi, Carlos Alberto Cruz e José Perez Pombal Júnior, o número de estudos desta natureza vem crescendo consideravelmente. Descrições de

novas espécies, bem como de girinos, têm sido publicadas com base em exemplares provenientes até mesmo de áreas urbanizadas e/ou tradicionalmente visitadas por pesquisadores, como a região metropolitana de Belo Horizonte e a região da Serra do Cipó (Caramaschi & Kistumacher, 1988, 1989a, b; Caramaschi & Feio, 1990; Andrade & Cardoso, 1991; Feio & Caramaschi, 1991; Eterovick & Sazima, 1998; Caramaschi & Cruz, 1998, 1999; Feio *et al.*, 1999a; Nascimento *et al.*, 2001a, b; Pugliese *et al.*, 2001; Pombal *et al.*, 2002; Pugliese *et al.*, 2004; Pereira & Nascimento, 2004; Napoli & Caramaschi, 2004; Nascimento *et al.*, 2005a; Nascimento *et al.*, 2006; Caramaschi, 2007; Cruz *et al.*, 2006, 2007a, b, *no prelo*; Giaretta *et al.*, 2007a, b; Baeta *et al.*, 2007; Drummond *et al.*, 2007; Leite *et al.*, 2007).

### **Natureza dos estudos sobre comunidades de anuros no Estado**

Desde a década de 1990, vários estudos sobre comunidades de anuros vêm sendo realizados em Minas Gerais, com diferentes objetivos. Muitos deles compreendem curtos períodos e são relacionados à viabilização de empreendimentos ou a planos de gestão de Unidades de Conservação. Outros consistem em dissertações de mestrado que não foram publicadas e que caracterizaram a anurofauna de algumas áreas importantes como os parques estaduais (Feio, 1990) e municipais (Nascimento, 1991), bem como as reservas particulares nas regiões central (Bernardes, 1993) e sul de Minas Gerais (Gridi-Papp, 1997).

Dentre os estudos de comunidades de anuros realizados no Estado, predominam aqueles de cunho descritivo sobre distribuição e história natural, os quais continuam sendo de grande importância para o conhecimento da anurofauna do Estado, ainda carente de informações básicas. Os taxonomistas que contribuíram para o conhecimento da anurofauna do Estado também realizaram estudos de cunho ecológico, como um sobre distribuição espacial e temporal de anuros em Morro do Ferro, no município de Poços de Caldas (Cardoso *et al.*, 1989). Este estudo tem importância destacada, uma vez que serviu como modelo para outros semelhantes realizados na década seguinte. Dentre os estudos de caracterização de comunidades, destacam-se os realizados por Nascimento *et al.* (1994) no Vale do Mutuca, na região metropolitana de Belo Horizonte, município de Nova Lima, área atualmente pertencente ao Parque Estadual Serra do Rola Moça; Feio & Caramaschi (1995), que apresentam informações sob os anfíbios ocorrentes na região do médio rio Jequitinhonha, em 14 municípios; Feio (1998), que caracteriza a comunidade do Parque Estadual do Rio Doce, em área



de Mata Atlântica no sudeste do Estado; Pedralli *et al.* (2001), que caracterizam a comunidade de anuros da região de Ouro Preto; Feio & Caramaschi (2002), que relatam a ocorrência de espécies de anfíbios, e também de répteis, da região de Mata Atlântica do nordeste do Estado; Eterovick & Sazima (2004), que reúnem informações sobre as espécies ocorrentes no Parque Nacional da Serra do Cipó; Feio & Ferreira (2005), que caracterizam qualitativamente os anfíbios de dois fragmentos de Mata Atlântica na Zona da Mata de Minas Gerais, no município de Rio Novo; Grandinetti & Jacobi (2005), que analisam uma taxocenose de anuros quanto à distribuição estacional e espacial em uma área antropizada em Rio Acima; Feio *et al.* (2006), que caracterizaram a anfíbiofauna de fragmentos de Mata Atlântica no nordeste de Minas Gerais; Silveira (2006), que apresenta os primeiros registros da fauna de anfíbios do município de João Pinheiro, no noroeste do Estado; Canelas & Bertoluci (2007), que analisam a composição e os padrões anuais de vocalização e atividade reprodutiva dos anuros da Serra do Caraça, na zona de contato entre o Cerrado e a Mata Atlântica, na porção sul da Cadeia do Espinhaço; e Feio *et al.* (2008), que apresentam informações sobre a composição da fauna de anfíbios do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, localizado no complexo serrano da Mantiqueira, em área de Mata Atlântica.

Além dos estudos de caráter mais descritivo, há também estudos de enfoque ecológico, que buscam entender os fatores determinantes da organização de comunidades de anuros, como estes anfíbios respondem ao ambiente e como interagem com outras espécies. Anfíbios anuros constituem um grupo interessante para o estudo de relações ecológicas entre espécies e entre estas e o ambiente. Adultos formam, freqüentemente, agregações reprodutivas em corpos d'água, enquanto girinos de várias espécies coexistem em ambientes aquáticos lênticos ou lóticos (Duellman & Trueb, 1994; Altig & McDiarmid, 1999). Tais padrões de coexistência propiciam interações entre espécies, podendo resultar em relações de predação ou competição. Talvez sob influência de tais interações, mas também com base em preferências específicas, observa-se que os anuros, em suas fases adulta e larval, apresentam preferências distintas em termos de uso do ambiente (e.g., Eterovick & Barata, 2006; Afonso & Eterovick, 2007a).

Em geral, os anfíbios apresentam hábitos alimentares insetívoros e, assim, tornam-se potenciais controladores de pragas. Isto demonstra a importância ecológica e econômica do grupo. Muitas espécies são sensíveis a alterações ambientais e são consideradas mais ameaçadas que aves e mamíferos (Stuart *et al.*, 2004). Devido a essa sensibilidade, várias espécies podem ser consideradas excelentes bioindicadores.

Estudos ecológicos de anuros em Minas Gerais começaram no fim da década de 1990, estando tais estudos no Brasil, até então, focados especialmente em comunidades da Amazônia Central, incluindo comunidades associadas a ambientes aquáticos e a comunidades de folhiço (e.g., Gascon, 1991; Zimmerman & Simberloff, 1996; Lima & Magnusson, 1998). Em Minas Gerais, Eterovick & Barros (2003) deram início a estudos que visam explicar os fatores responsáveis pela organização de comunidades de girinos em riachos na Serra do Cipó. Eterovick & Barata (2006) apontaram os fatores que influenciam a composição de espécies em comunidades de girinos em riachos na RPPN Santuário do Caraça, destacando-se a abundância de predadores potenciais, o volume do corpo d'água, a cobertura da vegetação arbórea nas margens e a diversidade de microambientes (heterogeneidade espacial). O uso diferencial ou a preferência por microambientes foram descritos para girinos em vários corpos d'água (Eterovick & Sazima, 2000; Kopp & Eterovick, 2006). Kopp *et al.* (2006) começaram a explorar os mecanismos responsáveis por estas preferências e demonstraram experimentalmente que a escolha de microambientes específicos pode ser importante para a redução de predação sobre girinos. Esta tendência também havia sido observada na Serra do Cipó por Eterovick (2003).

A influência da complexidade de ambientes ripários na composição de espécies de comunidades de anuros no estágio adulto foi demonstrada por Afonso & Eterovick (2007b), coincidindo com o encontrado para a comunidade de girinos nestes mesmos ambientes (Eterovick & Barata, 2006). Eterovick *et al.* (dados não publicados) demonstraram que as relações filogenéticas entre espécies de anuros explicam uma pequena parte da variação no uso de microambientes entre espécies no estágio adulto. Não foi encontrado, entretanto, qualquer sinal filogenético nos padrões de uso de microambientes no estágio larval.

## **Diversidade de Anfíbios em Minas Gerais**

O Estado de Minas Gerais pode ser considerado um dos mais privilegiados na composição de seus recursos naturais, onde há grande variedade de ambientes fitofisionômicos, sistemas hídricos e formações rochosas, dificilmente sobrepujada por algum outro Estado no país. Em Minas Gerais estão representadas três grandes formações vegetacionais brasileiras: Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, com diversas variações fisionômicas dentro de cada uma destas tipologias, como

veredas, matas secas, além dos campos rupestres e altimontanos dos afloramentos rochosos de dois importantes complexos montanhosos brasileiros: Mantiqueira e Espinhaço. Soma-se a isto a grande importância do Estado em possuir nascentes e porções significativas das bacias dos principais rios do Sudeste brasileiro, como os rios São Francisco, Grande, Doce, Jequitinhonha e Paraíba do Sul.

A grande diversidade de anfíbios em Minas Gerais está concentrada no bioma da Mata Atlântica, onde aproximadamente 150 espécies ocorrem desde áreas de florestas de baixadas remanescentes nas margens de grandes rios, subindo para florestas de altitude, até atingir os campos altimontanos nas maiores altitudes na Serra da Mantiqueira (Drummond *et al.*, 2005). As principais áreas de baixada de Mata Atlântica em Minas Gerais estão concentradas, em um gradiente norte-sul, nas margens dos rios Jequitinhonha, Mucuri, Doce e Pomba (afluente do Paraíba do Sul). Estes ambientes possuem composição de espécies com características únicas, abrigando uma anurofauna que possui estreita relação com a Mata Atlântica litorânea do Espírito Santo e do sul da Bahia, como *Aparasphenodon brunoi*, *Osteocephalus langsdorffi*, *Scinax argyreornatus*, *S. alter*, *Dendropsophus anceps*, *D. bipunctatus*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Phyllodytes luteolus*, *Proceratophrys schirchii*, *Leptodactylus spixii*, *Physalaemus obtectus*, *Rhombophryne proboscidea*, *Stereocyclops incrassatus* e *Pipa carvalhoi* (Feio *et al.* 1998, 1999b, 2003, 2006; Feio & Ferreira, 2005).

A grande maioria dos estudos realizados na Mata Atlântica de Minas Gerais contempla as regiões serranas do Complexo da Mantiqueira (acima de 1.000 m de altitude). Todos apresentam características em comum, seja pela fisionomia geral dos ambientes (matas de altitude, campos rupestres e altimontanos e afloramentos rochosos), seja pelos incríveis endemismos, evidenciando estas regiões serranas como laboratórios vicariantes da evolução dos anuros no Sudeste do Brasil (Cruz & Feio, 2007).

Apesar de se atribuir muitos desses endemismos à falta de conhecimento sobre os diversos ambientes serranos, algumas espécies, hoje, são conhecidas apenas destas formações. Destacam-se *Hylodes vanzolinii* e *Cycloramphus bandeirensis* na serra do Caparaó; *Chiasmocleis mantiqueira* na serra do Brigadeiro; *Physalaemus rupestris* e *Bokermanohyla feioi* na serra do Ibitipoca; *Hylodes regius*, *Paratelmatobius lutzae*, *Holoaden bradei*, *Hypsiboas latistriata* na serra do Itatiaia; e *Bokermanohyla vulcaniae*, *Hypsiboas beckeri*, *Scinax ranki* e *Proceratophrys palustris* no planalto de Poços de Caldas (Cruz & Feio, 2007).

Em estudo recente em remanescentes de Mata Atlântica na região dos vales do Jequitinhonha e Mucuri, no nordeste mineiro, verificou-se a ocorrência de grande diversidade de anfíbios (Feio *et al.*, 2006). Neste estudo, foi possível registrar a ocorrência de quatro novas espécies para o Estado de Minas Gerais, *Crossodactylus cyclospinus*, *Physalaemus irroratus*, *Phyllodytes maculosus*, e uma nova espécie de *Phasmahyla* (Nascimento *et al.*, 2006; Cruz *et al.*, 2006, 2007a, *no prelo*); bem como a ampliação da distribuição geográfica de várias espécies (Feio *et al.*, 2003).

Em relação ao bioma do Cerrado em Minas Gerais, onde são conhecidas quase 100 espécies, muitas apresentam ampla distribuição no Estado e mesmo no Brasil. Podemos exemplificar como típicas deste bioma em Minas Gerais as espécies *Dendropsophus rubicundulus*, *Hypsiboas albopunctatus*, *H. crepitans*, *Scinax fuscomarginatus*, *Physalaemus centralis*, *Rhinella rubescens*, *Ameerega flavopicta*, *Chiasmocleis albopunctata* e *Dermatonotus muelleri* (Frost, 2007; Silveira, 2006).

Dentre as áreas de Cerrado em Minas Gerais, destaca-se a Cadeia do Espinhaço, considerada área prioritária de importância especial para a conservação de anfíbios devido a seus endemismos notáveis (Drummond *et al.*, 2005). O Espinhaço apresenta formações geológicas singulares e um extraordinário endemismo de famílias botânicas e de espécies de vertebrados (Vanzolini, 1982; Giuletta *et al.*, 1987, 1988; Silva *et al.*, 2005). Neste complexo montanhoso, a Serra do Cipó abriga a maioria das espécies endêmicas. Mesmo sabendo que muitas espécies estão amplamente distribuídas no Espinhaço (Feio & Caramaschi, 1995; Nascimento *et al.*, 2005b; Leite *et al.*, 2006; Leite *et al.*, *no prelo*), outras ainda são conhecidas estritamente de algumas localidades nesta formação, como *Scinax pinima*, *Hylodes otavioi*, *Physalaemus deimaticus* (Eterovick & Sazima, 2004; Nascimento *et al.*, 2005b; Leite *et al.*, *no prelo*).

A Serra da Canastra, que abriga a nascente do rio São Francisco, é outra localidade extremamente interessante do Cerrado mineiro por abrigar grande riqueza de espécies e endemismos. Esta região corresponde à localidade tipo de quatro espécies, *Bokermanohyla sazimai*, *B. ibitiguara*, *Scinax canastrensis* e *S. maracaya* (Haddad *et al.*, 1988).

Além dos endemismos já indicados para a Mantiqueira e o Espinhaço, salienta-se a ocorrência de três espécies de anfíbios anuros, restritos a áreas de campos rupestres e pertencentes ao mesmo grupo de espécies: *Physalaemus deimaticus* na Serra do Cipó, *P. erythros* no Pico do Itacolomi, e *P. rupestris* na Serra do Ibitipoca (Caramaschi *et al.*, 2003).

Outras espécies restritas a área de altitudes em Minas Gerais podem ser enumeradas, como *Scinax cabralensis*, na Serra do Cabral (Drummond *et al.*, 2007); *Hylodes amnicola* e *Bokermannohyla feioi*, na Serra do Ibitipoca (Pombal *et al.*, 2002; Napoli & Caramaschi, 2004); *Ischnocnema izecksohni*, no Quadrilátero Ferrífero (Caramaschi & Kisteumacher, 1988; Leite *et al.*, no prelo).

Estas informações indicam que, nos conjuntos serranos de Minas Gerais, as diversas formações rochosas integrantes dos complexos das serras da Mantiqueira e do Espinhaço apresentam grande variação altitudinal que, associada a fatores climáticos e à fragmentação natural da cobertura vegetal, geraram uma complexidade estrutural de ambientes. Isto parece ter sido determinante para explicar as altas taxas de diversidade e endemismo entre os anuros dessa região. Essa diversidade de ambientes favorece as especializações ecológicas e morfológicas das espécies, além de modos de reprodução derivados, que podem ser interpretados como reflexo da potencialidade das áreas de altitude como zonas de diferenciação de espécies. Estas regiões devem ser consideradas como de grande prioridade para a conservação e fundamentais para estudos que visem a elucidação de padrões biogeográficos.

Em relação ao bioma da Caatinga, são poucos os trabalhos que contemplaram esta região no Estado. Podemos citar apenas duas localidades para as quais há informações, ainda que preliminares, sobre a composição da fauna de anfíbios. Uma delas é a região do Jequitinhonha, no nordeste de Minas Gerais, historicamente visitada por naturalistas no século XIX, como a célebre viagem de Spix & Martius, em 1817-1820, a Thayer Expedition em 1865 e, mais recentemente, por Feio & Caramaschi (1995). Vários dados e informações referentes a espécies típicas das caatingas e matas secas também são referendados para a região de Jaíba, Matias Cardoso, Januária e Peruaçu, no médio rio São Francisco, no norte do Estado (Cochran, 1955; Feio *et al.*, 1999).

A partir destes estudos, verifica-se que em Minas Gerais estão registradas pouco mais de 30 espécies típicas do bioma da Caatinga, entre as quais destacam-se *Leptodactylus troglodytes*, *Odontophrynus carvalhoi*, *Pleurodema diplolistris*, *Physalaemus cicada*, *Corythomantis greeningi*, *Dendropsophus soaresi*, *Scinax camposseabrai* e *Scinax pachycrus*. Muitas delas apresentam, no Estado, seu atual limite meridional de distribuição (Feio & Caramaschi, 1995; Feio *et al.*, 2006; Silveira, 2006). Acredita-se que estes ambientes sejam os menos explorados em Minas Gerais e, certamente, com o andamento dos estudos sobre anfíbios, novos registros de espécies típicas do Nordeste brasileiro poderão ocorrer nesta região do território mineiro.

## Estado de Conservação dos Anfíbios em Minas Gerais

### Espécies Ameaçadas

A segunda lista das espécies ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais foi homologada pelo COPAM – Conselho de Política Ambiental de Minas em dezembro de 2008 (Deliberação 366/08). Com base no conhecimento sobre a composição da fauna de anfíbios em Minas Gerais e sua distribuição pelas diversas fisionomias do Estado, foram indicadas as espécies de anfíbios ameaçadas, segundo as categorias e os critérios definidos pela IUCN – União Mundial para a Natureza. As espécies endêmicas e/ou com distribuição restrita foram priorizadas e submetidas a análises que levaram em conta também o tamanho das populações, a extensão e amplitude da distribuição, reduções populacionais e declínios e grau de ameaça dos ambientes em que vivem. Ainda que para a grande maioria das espécies não se tenham todas estas informações conforme o desejável, uma lista de anfíbios ameaçados, com base nos critérios mínimos exigidos pelo método de avaliação utilizado, deve merecer atenção especial do Estado.

As espécies *Hypsiboas stenocephalus*, *Hypsiboas beckeri*, *Proceratophrys palustris*, *Scinax caldarum*, *Scinax rankii* e *Bokermannohyla vulcaniae*, todas conhecidas apenas da região de Poços de Caldas, foram classificadas sob a categoria de ameaça “Vulnerável”. A distribuição restrita destas espécies, aliada ao fato de que a região onde ocorrem não possui qualquer tipo de proteção, sofrendo ainda impactos decorrentes de atividade mineradora, foram determinantes para serem consideradas em risco de extinção no Estado. Além destas, *Phyllomedusa ayeaye*, também conhecida, até então, apenas para Poços de Caldas, foi classificada na categoria mais alta de ameaça - “Criticamente em Perigo” - seguindo a classificação já adotada na Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção elaborada pelo IBAMA em 2003 (Haddad, 2005). No entanto, conforme previsões de pesquisadores, esta espécie foi recentemente relatada para outras duas localidades no Brasil (interior de São Paulo e na Serra da Canastra em Minas Gerais – ver Araújo *et al.*, 2007). Isto irá, certamente, subsidiar alteração futura da categorização desta espécie.

Outras duas espécies de pequeno porte, *Holoaden bradei* e *Paratelmatobius lutzi*, típicas de ambientes de altitude da serra de Itatiaia, mas também desaparecidas há décadas, foram indicadas

nacionalmente como “Criticamente Ameaçadas” (Haddad, 2005). Esta categoria foi mantida para a lista de espécies ameaçadas de Minas Gerais.

A espécie *Rhamphophryne proboscidea*, o sapo narigudo, foi descrita da região de Salvador, Bahia. Ela não foi registrada por quase 70 anos, até que recentemente foi encontrada em duas localidades na Bahia e em um único fragmento de Mata Atlântica na região de Almenara, nordeste de Minas Gerais (Feio *et al.*, 2003). Esta espécie parece ser exclusiva de ambientes preservados da região, condição atualmente rara no vale do rio Jequitinhonha. Este fato subsidiou a indicação do sapo narigudo na categoria “Vulnerável” no Estado.

Em suma, apesar do conhecimento sobre os anfíbios de Minas Gerais ainda ser insatisfatório para definições amplas sobre aspectos básicos de sua biologia, dez espécies foram incluídas em algum critério de ameaça, sendo três definidas como “Criticamente em Perigo” e sete como “Vulneráveis”. Outras 71 espécies foram agrupadas como “DD – Deficientes em Dados”, o que significa que a informação atualmente disponível não permite a inclusão em alguma categoria de ameaça da IUCN. Espécies DD, no entanto, merecem grande atenção, visto poderem figurar em categorias de ameaça na medida em que houver o incremento de informações acerca de sua distribuição geográfica e parâmetros populacionais/demográficos adequados. O alto percentual de espécies avaliadas como “DD” é um reflexo da imensa lacuna de conhecimento existente acerca dos anfíbios de Minas Gerais.

A introdução de espécies exóticas também parece ser um grave fator de ameaça aos anfíbios, como a introdução da rã touro (*Lithobates catesbeianus*), originária dos Estados Unidos e trazida para o Brasil na década de 1950 para ser criada em ranários. Esta espécie é predadora-generalista, além dos indivíduos tolerarem águas lamacentas e poluídas, mesmo dentro de grandes cidades (Bury & Whelan, 1984). Em Minas Gerais, sua presença em ambientes naturais já foi detectada na Serra da Mantiqueira (Papp, 1997) e em Varginha (Leite, obs. pessoal). Na região de Viçosa, Zona da Mata mineira, já foi observada reproduzindo e se alimentando de espécies nativas da herpetofauna, como o sapo *Rhinella pombali* e a serpente *Liophis poecylogirus* (Silva *et al.*, 2006, 2007a, b; Reis *et al.*, 2007). Além disto, tem-se verificado a introdução de espécies de menor porte, não nativas do Estado, por meio do comércio de plantas utilizadas em jardinagem, principalmente bromélias (L.B. Nascimento e P.C. Eterovick, obs. pessoal).

Peixes exóticos em ecossistemas lacustres, sejam estes represas artificiais (como as de Furnas e Três Marias) ou lagoas naturais (complexo lacustre do médio rio Doce), causaram alterações na ictiofauna nativa (Godinho *et al.*, 1994), e seus possíveis impactos sobre os anfíbios ainda não foram mensurados. No Parque Estadual do Rio Doce, onde a introdução de espécies exóticas comprovadamente provocou a extinção de espécies de peixes nativos (Godinho *et al.*, 1994), vale ressaltar a falta de registros, nos últimos dez anos, de *Pseudopaludicola falcipes*, rã de pequeno porte antes bastante frequente e facilmente detectável nas margens de lagoas desta Unidade de Conservação (R.N. Feio, obs. pessoal). Tal fato pode ter ocorrido em função de prováveis mudanças ambientais na região ou mesmo pela introdução de peixes exóticos nessas lagoas.

A “bioinvasão”, juntamente com a eliminação de ambientes naturais, é considerada hoje, por vários pesquisadores, como um dos principais fatores responsáveis por declínios populacionais e extinção de espécies nativas (RAN, 2008). Espécies exóticas invasoras possuem efeito negativo sobre as espécies nativas por, em geral, apresentarem características fisiológicas ou de história de vida que as tornam mais competitivas. Além disso, elas não possuem predadores naturais e, caso apresentem taxas de fecundidade e fertilidade elevadas, se estabelecem em habitats antes ocupados por espécies nativas. No entanto, a situação destas espécies exóticas em Minas Gerais ainda não foi avaliada.

Dentre outras ameaças a que estão susceptíveis os anfíbios, podem-se citar as alterações climáticas globais e a contaminação por agrotóxicos e fungos quitridios, fatos estes já diagnosticados em várias partes do mundo (Blaustein, 1994; Beebee & Griffiths, 2005). Em Minas Gerais, apesar de este fungo já ter sido detectado em algumas localidades, como nos municípios de Monte Verde e Camanducaia, sua presença parece não ocasionar, atualmente, declínios ou ameaças detectáveis nas espécies regionais, parecendo coexistir sem maiores danos (A.C.O.Q. Carnaval, com. pessoal), ainda que tais conclusões não sejam definitivas. Alguns eventos de diminuição ou mesmo extinção de populações já foram detectados em regiões vizinhas ao Estado, como é o caso de *Thoropa taophora* (citada no trabalho original como *T. miliaris*) em Boracéia (Heyer *et al.*, 1988, 1990), na Serra dos Órgãos, no Rio de Janeiro, e na região de Santa Teresa, no Espírito Santo (Weygoldt, 1989). No entanto, em Minas Gerais nenhum destes eventos foi ainda relatado para as regiões serranas da Mantiqueira, mas é necessário que estas áreas sejam monitoradas periodicamente. Neste contexto, vale relatar que algumas espécies do gênero *Hyalinobatrachium*, conhecidas



como pererecas de vidro por seu aspecto delicado e a transparência de sua região ventral, são consideradas em algum estado de ameaça em Estados vizinhos, como no Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo (Haddad, 1997; Caramaschi *et al.*, 2000), mas, em Minas Gerais, ainda possuem populações bem estabelecidas e abundantes, conforme observado nos Parques Estaduais da Serra do Brigadeiro e do Papagaio.

### **Áreas Prioritárias e Estratégias para Conservação dos Anfíbios em Minas Gerais**

Um dos maiores desafios da humanidade é desenvolver estratégias e tecnologias que permitam promover o desenvolvimento social e econômico utilizando a biodiversidade de forma racional e responsável. O pouco conhecimento acerca da ocorrência, distribuição e diversidade das espécies de anfíbios em Minas Gerais e o inevitável ritmo acelerado da perda de ambientes naturais constituem, certamente, a maior ameaça aos anfíbios no Estado. Este panorama reforça a necessidade urgente da expansão de programas de fomento em pesquisa que possibilitem o planejamento e a implementação efetiva de estratégias de conservação para o grupo.

É importante que seja feita distinção entre o planejamento e a efetivação de estratégias de conservação. Iniciativas já tomadas no Estado, tais como a elaboração de listas de espécies ameaçadas (Machado *et al.*, 1998) e a proposição de áreas prioritárias para a conservação (ver Costa *et al.*, 1998; Drummond *et al.*, 2005), não constituem ações efetivas de conservação *in situ*. Entretanto, são necessárias para que planos de ação possam ser concebidos e aplicados de forma a maximizar as chances de sucesso. A maior parte das iniciativas conservacionistas que contempla o grupo dos anfíbios, sediadas em instituições de pesquisa ou em organizações não governamentais, está na categoria que possibilita o planejamento de estratégias de conservação e não na categoria de ações propriamente ditas.

Nos últimos anos, a importância do grupo como bioindicador, a crescente preocupação em relação às reduções e declínios populacionais e, principalmente, a falta de informação sobre a ocorrência, distribuição geográfica e taxonomia dos anfíbios mobilizaram órgãos de fomento, o que resultou no lançamento de editais específicos que permitiram maior acúmulo de informações para o grupo. Estes editais tiveram como objetivo preencher lacunas de conhecimento em áreas potenciais para

a investigação científica ou incrementar o conhecimento de espécies de anfíbios ameaçadas ou deficientes em dados, o que foi recomendado por Pimenta *et al.* (2005) e Eterovick *et al.* (2005).

O Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO) financiou o estudo “Inventário de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade nos vales dos rios Jequitinhonha e Mucuri” (CI-Brasil *et al.*, 2000), que envolveu a investigação em três áreas prioritárias para conservação da Mata Atlântica no nordeste de Minas Gerais, segundo o Mapeamento das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica: Vitória da Conquista/Jordânia (área 213); Jordânia (área 215); Salto da Divisa (área 217); e Remanescentes na Região de Teófilo Otoni (área 221) (CI-Brasil *et al.*, 2000). Este projeto, organizado pela Conservação Internacional do Brasil, incluiu, como subprojeto, um estudo sobre a fauna de anfíbios, coordenado e realizado por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa e da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. A iniciativa permitiu o inventário de áreas até então desconhecidas sob o ponto de vista da diversidade de anfíbios e possibilitou a descrição de quatro novas espécies, além de registros inéditos para o Estado. Esses resultados, em conjunto com os de outros grupos temáticos, culminaram na criação de duas Unidades de Conservação estaduais, o Parque Estadual do Alto Cariri e o Refúgio da Vida Silvestre Matas dos Muriquis, no nordeste do Estado (Feio *et al.*, 2006).

Em 2006, o Programa de Proteção das Espécies Ameaçadas da Mata Atlântica Brasileira, coordenado pela Fundação Biodiversitas, lançou um edital específico voltado para o conhecimento do estado de conservação de anfíbios brasileiros. Este edital, que contemplou algumas espécies de anuros de Minas Gerais (e.g., *Bokermannohyla nanuzae*, *Crossodactylus bokermanni*, *C. trachystomus*, *Melanophryniscus moreirae*, *Proceratophrys melanopogon* e *Scinax pinima*), foi o primeiro a ser dirigido a espécies classificadas sob a categoria “Deficientes em Dados - DD” (ver lista de espécies DD em Machado *et al.*, 2005).

Apesar de algumas áreas do Estado apresentarem mais informações sobre a fauna de anfíbios que outras, isto não quer dizer que este conhecimento seja mais completo. Em todas as listagens apresentadas, o número de espécies não identificadas é ainda considerável (e.g., *Scinax* gr. *catharinae*, em Feio & Caramaschi, 1995; *Adenomera* sp. em Feio & Ferreira, 2005; *Pseudopaludicola* aff. *mineira* em Silveira, 2006; *Scinax* aff. *perereca*, *Scinax* gr. *perpusillus*, *Scinax* sp. 1, *Scinax* sp. 2 e *Physalaemus* aff. *olfersii* em Feio *et al.*, 2008). Este fato demonstra a necessidade de investimento

em estudos taxonômicos, de modo que se possa identificar ou descrever espécies com status taxonômico ainda indefinido. Além disto, os estudos que remetem a estas informações foram realizados no período de um ano e, na maioria das vezes, não houve monitoramento subsequente sobre as populações identificadas. Assim, nada se conhece sobre possíveis alterações na composição desta fauna, bem como os fatores que possam determinar possíveis mudanças.

Uma das estratégias mais eficazes para promover a manutenção dos ecossistemas naturais é certamente a implantação de sistemas eficientes de reservas (Bruner *et al.*, 2000). O critério mais importante para determinar sistemas de áreas protegidas deve buscar a máxima representação da biodiversidade pelo menor custo possível. Apesar da comprovada eficiência da estratégia na diminuição da perda de habitat e de espécies, com a premissa da seleção de áreas e fiscalização adequadas, esses critérios são dificilmente levados em consideração quando as reservas são estabelecidas (Possingham *et al.*, 2000). Infelizmente, interesses políticos e econômicos costumam receber mais atenção que critérios científicos (Diniz-Filho *et al.*, 2004).

Baseada ou não em informações consistentes sobre a riqueza e a ocorrência de espécies, a criação de Unidades de Conservação como forma de assegurar a diversidade de espécies e a proteção de ambientes remanescentes é a estratégia de conservação de maior abrangência em Minas Gerais. Atualmente, o Estado conta com sete parques nacionais e 33 estaduais, além de dez estações ecológicas e nove reservas biológicas (IEF, 2008). Contudo, para a maioria dessas Unidades de Conservação não há inventários de anfíbios. Uma pergunta então deve ser feita: em tese, as Unidades de Conservação asseguram de forma efetiva a proteção da fauna de anfíbios (e demais grupos biológicos) do Estado? Apenas um estudo detalhado de inventário poderá responder a esta questão e auxiliar na definição das áreas de maior prioridade para a conservação do grupo.

De outro lado, a região de Poços de Caldas, por exemplo, é considerada como uma das áreas mais ameaçadas no Estado por apresentar considerável riqueza de espécies, sendo muitas conhecidas apenas desta localidade. Entretanto, os remanescentes onde tais espécies foram identificadas continuam sem qualquer proteção. A situação é agravada por se verificar que esta é uma das áreas mais importantes para o extrativismo mineral no Sudeste do Brasil, o que vem contribuindo para rápida e intensa descaracterização dos ambientes locais.

A região da bacia do Rio Doce possui áreas de floresta importantes para a conservação da herpetofauna, principalmente na região de Mata Atlântica, entre o Parque Florestal do Rio Doce e o Parque Nacional do Caparaó. No entanto, ainda são escassos os dados disponíveis sobre a riqueza e a composição deste grupo faunístico nesta região. Em contraste com o pouco conhecimento sobre a fauna, vários empreendimentos hidrelétricos em cascata no rio Manhuaçu estão em fase de instalação e/ou análise. Estudos técnicos mostram que a região ainda apresenta significativa diversidade de espécies, além de funcionar como potencial corredor ecológico entre outros remanescentes florestais regionais e entre os dois Parques. A implantação destes empreendimentos pode representar ameaça a esta diversidade, contribuindo para a fragmentação e a destruição de ambientes específicos.

Minas Gerais foi o segundo Estado brasileiro que mais devastou a Mata Atlântica no período entre 2000 e 2005, atrás apenas de Santa Catarina (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008). Isto demonstra que, apesar de todos os esforços direcionados para o conhecimento da fauna de anfíbios neste bioma no Estado, a perda de biodiversidade é uma realidade que requer medidas urgentes para que o conhecimento possa pelo menos salvaguardar o pouco que resta. Certamente, esta realidade também atinge os demais biomas do Estado, cujas comunidades são ainda menos conhecidas. A Caatinga em Minas Gerais, por exemplo, praticamente não foi estudada.

A região do Espinhaço mineiro apresenta grande riqueza de tipos de solos, alta diversidade de formações vegetacionais e riqueza aquífera, sendo importante divisor de bacias. É nela, principalmente em sua porção meridional, que se concentra o maior número de informações sobre a anfíbiofauna do Estado e o maior número de espécies endêmicas. Apesar de estarem aí concentradas um número considerável de Unidades de Conservação de Proteção Integral, muitas dessas áreas não possuem informações sobre a ocorrência de anfíbios. Além disso, em muitos casos, estes dados tendem a ser limitados a áreas acessíveis. Como exemplo, a região da Serra do Cipó, visitada por vários pesquisadores em diferentes períodos nos últimos 40 anos, só foi amostrada em áreas marginais a vias de acesso. Áreas de maior altitude, no interior do Parque e mesmo sua vertente atlântica não foram ainda amostradas. Paradoxalmente, esta é uma região que sofre efeitos constantes de atividades antrópicas, quer seja por exploração mineral, turística, urbanização ou geração de energia elétrica. Para esta região são registrados declínios populacionais em determinadas localidades e são

sugeridas como causas as queimadas, a fragmentação de ambientes, as atividades turísticas e de urbanização (Eterovick *et al.*, 2005). Como estratégias de conservação foram indicados investimentos em estudos de curto e longo prazos, bem como a expansão das coleções herpetológicas que possam abrigar informações sobre a ocorrência destas espécies.

Em face do exposto, estratégias para a conservação de anfíbios em Minas Gerais estão relacionadas ao conhecimento deste grupo. O volume de informações disponível sobre ocorrência e distribuição geográfica dos anfíbios de Minas Gerais é ainda muito pequeno, geograficamente fragmentado, pouco abrangente e, portanto, não permite que estratégias possam ser planejadas em escalas relevantes para a conservação do grupo. A carência deste conhecimento é o problema mais urgente a ser resolvido para que áreas prioritárias para conservação possam ser definidas de forma adequada (Leite *et al.*, *no prelo*), pois a eficiência dessas áreas depende diretamente da qualidade do inventário biológico no qual sua criação é baseada.

Inicialmente, é recomendada a produção de uma sólida base de dados georreferenciados, obtida em campo e em museus, que compile a ocorrência e a distribuição de todas as espécies de anfíbios já registradas no Estado. Esses dados, se associados a informações provenientes de outros grupos temáticos, incluindo os de cunho político e socioeconômico, poderão constituir poderosa ferramenta de planejamento ambiental que certamente possibilitará a conservação e o uso mais responsável de parte dos recursos naturais.

Conjuntamente, é necessário maior acúmulo de informações. Lacunas e fragmentação do conhecimento sobre a fauna de anfíbios do Estado de Minas Gerais são nitidamente claras. Os inventários existentes são recentes e pontuais. O grande número de espécies descritas nos últimos anos demonstra que populações ou até mesmo táxons podem estar sendo perdidos sem ao menos serem conhecidos. A falta de dados ecológicos e demográficos básicos da maioria das espécies de anfíbios do Estado, assim como fenologia reprodutiva, requerimentos ambientais, uso de habitat, fertilidade, fecundidade, sucesso reprodutivo e sobrevivência são fatores que dificultam a elaboração de estratégias de manejo e reintrodução que venham a ter boas chances de sucesso.

Outro aspecto que deve ser destacado sobre a importância dos anfíbios refere-se a seu valor econômico. Neste sentido, os anfíbios têm sido objeto de estudos bioquímicos e farmacológicos,

pois a partir da pele destes animais podem ser isoladas substâncias com possibilidade de uso para fins medicinais. Exemplos de espécies ocorrentes no Estado que foram estudadas quanto a estes aspectos são os anuros *Ameerega flavopicta* (Mortari *et al.*, 2004), *Brachycephalus ephippium* (Sebben *et al.*, 1986; Pires *et al.*, 2003), *Rhinella rubescens* (Maciel *et al.*, 2003), *Leptodactylus ocellatus* (Nascimento *et al.*, 2004; 2007), *Hypsiboas lundii* (Castro *et al.*, 2005) e o gimnofiona *Siphonops paulensis* (Schwartz *et al.*, 1998; 1999). Não se pode ignorar a possibilidade de que estas e outras espécies sejam alvo de exploração e comércio ilegal, o que pode constituir ameaça ao grupo.

É indiscutível que o conhecimento atual sobre a ocorrência e distribuição das espécies de anfíbios em Minas Gerais, e certamente sobre a maioria dos outros grupos da fauna e flora, ainda não possibilita o planejamento de ações conservacionistas eficientes. Pelo contrário, a delimitação de áreas prioritárias para a conservação, como estratégia de criação de Unidades de Conservação no Estado, sem o embasamento de dados de distribuição precisos de múltiplas taxa, corre o risco de levar a escolhas equivocadas.

## Infraestrutura e Recursos Humanos

A grande maioria dos inventários e projetos que envolvem anfíbios de Minas Gerais corresponde a projetos de consultoria ambiental, que normalmente não resultam em publicações ou qualquer outro tipo de divulgação científica. Dos demais tipos de pesquisa, muitos se referem ao desenvolvimento de projetos de dissertação e tese que são realizados em curto prazo e muitas vezes sem financiamento específico, contando apenas com bolsas de estudo.

Algumas áreas do Estado são mais privilegiadas em termos de número de pesquisadores em atividade e isto tem contribuído para a concentração regional do conhecimento da anurofauna. Isto é o que Harris & Froufe (2005) chamam de “*the bias of local availability*”, referindo-se à tendência dos pesquisadores de trabalhar com organismos em localidades mais próximas aos centros urbanos e/ou de pesquisa. Informações de coleções brasileiras e mapas de biodiversidade indicam que a maior diversidade de anfíbios, e também de outros grupos taxonômicos como mamíferos e aves, está concentrada ao redor das cidades onde boas coleções e coletores experientes estão alocados (MMA, 2002).

No Triângulo Mineiro, a Universidade Federal de Uberlândia conta com um grupo que tem desenvolvido projetos nesta região, bem como no sudoeste do Estado, mais precisamente na região do Planalto de Poços de Caldas. A região metropolitana de Belo Horizonte é a que concentra o maior número de pesquisadores, sendo que na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais há dois núcleos: um relacionado ao estudo de história natural, taxonomia e conservação de anfíbios; e outro que desenvolve pesquisas relacionadas à ecologia e conservação desta fauna, ambos com maior enfoque em áreas do Espinhaço Meridional. Na região da Zona da Mata, um grupo da Universidade Federal de Viçosa vem trabalhando intensamente. Grupos emergentes da Universidade Federal de Alfenas e da Universidade Federal de Ouro Preto estão desenvolvendo projetos com anfíbios. Além disto, somam-se a estes grupos herpetólogos associados aos pesquisadores destas instituições ou de outras que desenvolvem estudos no Estado, como do Museu Nacional, que têm contribuído para o aumento do conhecimento sobre a taxonomia de anfíbios em Minas Gerais.

Há poucas coleções de anfíbios no Estado de Minas Gerais que estão em regiões coincidentes com as dos núcleos de pesquisa. Todas estas coleções têm caráter regional ou estadual, mas neste caso são representativas dos dois principais biomas do Estado, Cerrado e Mata Atlântica. No Triângulo Mineiro, destaca-se a coleção do Dr. Ariovaldo Antonio Giaretta, na Universidade Federal de Uberlândia (AAG-UFU). O Museu de Zoologia João Moojen de Oliveira, da Universidade Federal de Viçosa, apresenta acervo de material bastante representativo da região de Mata Atlântica do Estado, e a Universidade Federal de Alfenas aparece com uma coleção emergente. Em Belo Horizonte, destacam-se os acervos do Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (MCN-AM) e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). As coleções da capital e a coleção AAG-UFU são as únicas cadastradas no banco de dados do projeto BIOTA MINAS que possuem material tipo em seu acervo. Em todas elas os curadores são professores e pesquisadores que dedicam parte de seu tempo a atividades inerentes à coleção, não tendo auxílio técnico específico. Para as coleções cadastradas, foram considerados como principais problemas os custos relacionados a manutenção e organização do seu acervo, a falta de espaço físico, de pessoal de apoio técnico, de material de consumo e equipamento adequado. Em todas existe a intenção de disponibilizar dados de acervo, mas, além das carências apontadas, a falta de recursos financeiros das instituições são fatores limitantes para este processo.

## Prioridades e Perspectivas

A grande variedade de ambientes, aliada a fatores históricos e ecológicos da região Sudeste do Brasil, possibilitou o estabelecimento de grande diversidade de anfíbios, muitos deles endêmicos. No entanto, apesar de toda esta riqueza, o nível de conhecimento sobre os anfíbios em Minas Gerais é ainda incipiente e extremamente fragmentado, havendo também grande heterogeneidade entre as diversas regiões. Há muito que se descobrir acerca de taxonomia, distribuição e status de conservação das espécies. Pouco se sabe sobre a composição e organização das comunidades, assim como de interações ecológicas entre as espécies. A alta diversidade de ambientes e espécies, aliada ao atual panorama de grande carência de conhecimento, fazem de Minas Gerais um Estado com necessidades urgentes de abrigar um programa específico de fomento à pesquisa em biodiversidade. Acredita-se que apenas dessa forma será possível suprir as principais lacunas de conhecimento, cumprindo-se parte dos requisitos necessários para possibilitar a utilização responsável da biodiversidade e dos recursos naturais e contribuir para a conservação da fauna de anfíbios do Estado.

Estudos de inventário, distribuição, taxonomia convencional, ecologia e conservação são considerados de mais alta prioridade para a conservação da fauna de anfíbios de Minas Gerais. É fundamental que se faça um mapeamento da biodiversidade no Estado, investindo em estudos de inventário e compilação de dados. Há diversas áreas em Minas Gerais para as quais nem mesmo constam informações básicas como a listagem de espécies de anfíbios. Para exemplificar esta falta de informações, das 208 espécies avaliadas para a Lista das Espécies da Fauna Ameaçadas em Minas Gerais, 71 (aproximadamente 35%) foram consideradas Deficientes em Dados - DD. Estudos ecológicos sobre os efeitos de parâmetros ambientais sobre as espécies de anuros, tais como os que caracterizam a qualidade da água e dos ambientes marginais de rios e lagos, de variadas ordens de grandeza, são também importantes para determinar metas de preservação. No entanto, somente após o estudo da ocorrência e distribuição dos anfíbios em uma localidade ou região pode-se, baseado em uma sólida base de dados, desenvolver pesquisas avançadas e ações que visem sua conservação. Por outro lado, salienta-se a necessidade de monitoramento de áreas já estudadas e que apresentam grande riqueza de espécies, principalmente daquelas que não estão incluídas em qualquer tipo de Unidade de Conservação, como a região de Morro do Ferro, em Poços de Caldas, considerada área prioritária de importância biológica especial e que abriga várias espécies endêmicas (Drummond *et al.*, 2005).



Muitos estudos de viabilidade de empreendimentos, se conduzidos com seriedade e por pessoal técnico especializado, possibilitarão o incremento do conhecimento sobre a anurofauna, bem como de outros vertebrados. Para isto, são fundamentais o emprego de metodologias apropriadas e a escolha, para estes estudos, de períodos indicados para a ocorrência do grupo em questão, permitindo, assim, caracterização razoável e representativa da área em estudo. Caso, durante a realização destes projetos, se identifique a ocorrência de espécies endêmicas restritas, raras ou ameaçadas de extinção, tais registros devem tornar-se “alavancas” para estudos mais detalhados que visem garantir análises e revisões mais completas sobre o assunto. Além disso, salienta-se a importância de coletas representativas das espécies e localidades, para que as espécies em questão possam vir a constituir coleções de referência disponíveis para análise em pesquisas de múltiplas naturezas.

Estudos de filogenia, genética de populações e demografia podem ser considerados também importantes para se compreender melhor como as espécies podem persistir em áreas fragmentadas. A coleta de amostras de tecidos é um procedimento pouco difundido entre pesquisadores do Estado, mas é um procedimento de extrema importância para estes estudos. A amostragem e a estocagem de tecidos em condições adequadas podem ser importantes também para a conservação de espécies *ex-situ*, visto que podem contribuir em esforços futuros para a manutenção da diversidade genética de espécies ameaçadas. Desta forma, é preciso estimular o processo de coleta deste material e incentivar as coleções a organizarem e manterem este tipo de acervo.

O número de taxonomistas em atividade é insuficiente para suprir as lacunas de conhecimento no Estado. A formação de pesquisadores nesta área do conhecimento é essencial neste momento. Entretanto, não basta formar pessoal especializado se não forem criados espaços que os absorvam e permitam sua atuação. Além disso, para a formação de taxonomistas é essencial que haja boas coleções. O estímulo ao processo de implementação das coleções já existentes e a criação de coleções de caráter regional, principalmente em áreas onde elas não existem, como no norte e nordeste do Estado, auxiliarão no processo de fixação destes pesquisadores e ampliarão o conhecimento da fauna de anfíbios nestas regiões. As coleções científicas já estabelecidas devem receber incentivos que garantam seu acervo como fonte segura de informações sobre a biodiversidade de anfíbios do Estado. Estes incentivos devem incluir recursos que permitam, principalmente, a ampliação do espaço físico, organização e informatização de dados. Uma base de dados informatizada facilitará

a consulta pela comunidade científica e, conseqüentemente, permitirá avanço no conhecimento. As instituições que mantêm estas coleções devem ser estimuladas a contratar pessoal técnico qualificado para que os pesquisadores possam se dedicar mais a suas pesquisas.

Sugere-se que os órgãos de fomento devam dar mais apoio aos programas de formação de recursos humanos no Estado de Minas Gerais e assegurar que os grupos de pesquisas já existentes sejam consolidados. Ao mesmo tempo, recomenda-se que outros núcleos possam ser formados, principalmente em áreas mais carentes de especialistas e de conhecimento.

Há ainda a necessidade inerente de divulgação do conhecimento sobre a fauna de anfíbios do Estado. Este grupo de vertebrados vem, nos últimos anos, se tornando mais aceito pela população em geral, mas muitos mitos a respeito dos anfíbios ainda comprometem sua conservação. A elaboração de artigos científicos muitas vezes não é suficiente para elucidá-los, por isto recomendam-se também publicações de guias e catálogos, artigos de divulgação em veículos de grande circulação, com informações que possam vir a ser utilizadas em programas de educação formal e informal.

## Referências Bibliográficas

- Afonso, L.G. & P.C. Eterovick. 2007a. Microhabitat choice and differential use by anurans in forest streams in southeastern Brazil. *J. Nat. Hist.* 41:937-948.
- Afonso, L.G. & P.C. Eterovick. 2007b. Spatial and temporal distribution of breeding anurans in streams in southeastern Brazil. *J. Nat. Hist.* 41:949-963.
- Altig, R. & R.W. McDiarmid. 1999. Diversity. Familial and generic characterization, p.295-337. In: R.W. McDiarmid & R. Altig (ed). *Tadpoles. The biology of anuran larvae*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Andrade, G.V. & A.J. Cardoso. 1987. Reconhecimento do grupo *rizibilis*; descrição de uma nova espécie de *Hyla* (Amphibia; Anura). *Rev. Brasil. Zool.* 3(7):433-440.
- Andrade, G.V. & A.J. Cardoso. 1991. Descrição de Larvas e Biologia de Quatro Espécies de *Hyla* (Amphibia; Anura). *Rev. Brasil. Biologia* 51(2):391-402.
- Araújo, C.O., T.H. Condez & C.F.B. Haddad. 2007. Amphibia, Anura, *Phyllomedusa ayeaye* (B. Lutz, 1966). Distribution extension, new state record, and geographic distribution map. *Check List* 3(2):156-158.
- Baeta, D., A.C.C. Lourenço & L.B. Nascimento. 2007. Tadpole and advertisement call of *Physalaemus erythros* Caramaschi, Feio & Guimarães-Neto, 2003 (Amphibia, Anura). *Zootaxa* (Online) 1623:39-46.
- Baldissera Jr., F., U. Caramaschi & C.F.B. Haddad. 2004. Review of the *Bufo crucifer* species group, with description of two new related species (Amphibia, Anura, Bufonidae). *Arq. Mus. Nac.* 62(3):255-282.
- Beebee T.J.C. & R.A. Griffiths. 2005. The amphibian decline crisis: a watershed for conservation biology? *Biological Conservation* 125:271-285.
- Bernardes, A.T. 1993. *Contribuição à conservação da Estação Biológica Vereda Grande, Presidente Olegário, Minas Gerais, através*

- de estudo de caso: anfíbios anuros. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Blaustein, A.R. 1994. Chicken Little or Nero's fiddle? A perspective on declining amphibian populations. *Herpetologica* 50:85-97.
- Bokermann, W.C.A. 1956. Sobre uma nova espécie de *Hyla* do Estado de Minas Gerais, Brasil (Amphibia Salientia-Hylidae). *Pap. Avul. Zool.* 12:357-362.
- Bokermann, W.C.A. 1964. Dos novas especies de *Hyla* de Minas Gerais y notas sobre *Hyla alvarengai* Bok. (Amphibia, Salientia, Hylidae). *Neotropica* 10:67-76.
- Bokermann, W.C.A. 1967. Três novas espécies de *Physalaemus* do sudeste brasileiro (Amphibia, Leptodactylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 27(2):135-143.
- Bokermman, W.C.A. & I. Sazima, 1973a. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil.1. Espécies novas de *Hyla* (Anura, Hylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 33(3):329-336.
- Bokermman, W.C.A. & I. Sazima, 1973b. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil.1. Duas espécies novas de *Hyla* (Anura, Hylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 33(4):521-528.
- Bokermman, W.C.A. & I. Sazima. 1978. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. 4. Descrição de *Phyllomedusa jandaia* sp.n. (Anura, Hylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 38(4):927-930.
- Brandão, R.A., N. Maciel & A. Sebben. 2007. A new species of *Chaunus* (Anura: Bufonidae) from Central Brazil. *Jour. Herpetol.* 41:304-311.
- Bruner, A.G., R.E. Gullison, R.E. Rice & G.A.B. Fonseca. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* 291:125-128.
- Bury, R.B. & J.A. Whelan. 1984. Ecology and Conservation of the bullfrog. *U.S. Fish Wildl. Serv. Resources Publ.* 155. 23p.
- Canelas, M.A.S. & J. Bertoluci. 2007. Anurans of the Serra do Caraça, southeastern Brazil: species composition and phenological patterns of calling activity. *Iheringia* 97:21-26.
- Caramaschi, U. & I. Sazima. 1984. Uma nova espécie de *Thoropa* da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil (Amphibia, Leptodactylidae). *Rev. Brasil. Zool.* 2(3):139-146.
- Caramaschi, U. & I. Sazima. 1985. Uma nova espécie de *Crossodactylus* da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil (Amphibia, Leptodactylidae). *Rev. Brasil. Zool.* 3(1):43-49.
- Caramaschi, U. & G. Kisteurnacher. 1988. New species of *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) from Minas Gerais, Southeastern Brazil. *Herpetologica* 44(4):423-426.
- Caramaschi, U. & G. Kisteurnacher. 1989a. O girino de *Crossodactylus trachystomus* (Reinhardt & Lütken, 1862) (Anura, Leptodactylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 49(1):237-239.
- Caramaschi, U. & G. Kisteurnacher. 1989b. Duas novas espécies de *Ololygon* (Anura: Hylidae) do sudeste do Brasil. *Bol. Mus. Nac.* 327:1-15.
- Caramaschi, U. & R.N. Feio, 1990. A new species of *Hyla* (Anura, Hylidae) from Southeastern Minas Gerais, Brazil. *Copeia* 2:542-546.
- Caramaschi, U. & C.A.G. Cruz. 1998. Notas taxonômicas sobre *Pseudis fusca* Garman, 1883 e *P. bolbodactyla* A. Lutz, 1925, com a descrição de uma nova espécie correlata (Anura, Pseudidae). *Rev. Brasil. Zool.* 15(4):929-944.
- Caramaschi, U. & C.A.G. Cruz 1999. Duas novas espécies do grupo de *Hyla polytaenia* Cope, 1870 do Estado de Minas Gerais, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). *Bol. Mus. Nac.* 403:1-10.
- Caramaschi, U., A.M.P.T. Carvalho-e-Silva, S.P. Carvalho-e-Silva, E. Gouvea, E. Izecksohn, O.L. Peixoto & J.P. Pombal-Jr. 2000. Anfíbios, p.75-78. In: H.G. Bergallo, C.F.D. Rocha, M.A.S. Alves & M.V. Sluys. (coord.). *A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro*. Ed. UERJ & FAPERJ.
- Caramaschi, U., R.N. Feio & A.S. Guimarães-Neto. 2003. A new brightly colored frog genus *Physalaemus* from southeastern Brazil. *Herpetologica* 59(4):519-524.
- Caramaschi, U. & C.A.G. Cruz. 2004. Duas novas espécies de *Hyla* do grupo de *H. polytaenia* Cope, 1870 do Sudeste do Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). *Arqu. Mus. Nac.* 62(3):247-254.
- Caramaschi, U., B.V.S. Pimenta & R.N. Feio. 2004. Nova espécie do grupo de *Hyla geographica* Spix, 1824 da Floresta Atlântica, Brasil (Amphibia, Anura, Hylidae). *Bol. Mus. Nac.* 518:1-14.
- Caramaschi, U., C.A.G. Cruz & R.N. Feio. 2006. A new species of *Phyllomedusa* Wagler, 1830 from the State of Minas Gerais, Brazil (Amphibia, Anura, Hylidae). *Bol. Mus. Nac.* 524:1-8.
- Caramaschi, U. 2007. Redefinição do grupo de *Phyllomedusa hypochondrialis*, com redescritção de *P. megacephala* (Miranda-Ribeiro, 1926), revalidação de *P. azurea* Cope, 1826 e descrição de uma nova espécie (Amphibia, Anura, Hylidae). *Arqu. Mus. Nac.* 64:159-179.
- Cardoso, A.J. & C.F.B. Haddad. 1982. Nova espécie de *Hyla* da Serra da Canastra (Amphibia, Anura, Hylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 42(3):499-503.
- Cardoso, A.J. & G.V. Andrade. 1982. Nova espécie de *Hyla* do Parque Nacional Serra da Canastra (Anura, Hylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 42(3):589-593.

- Cardoso, A.J., G.V. Andrade & C.F.B. Haddad. 1989. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Biol.* 49:241-249.
- Cardoso, A.J. & I. Sazima. 1980. Nova espécie de *Hyla* do sudeste brasileiro (Amphibia, Anura, Hylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 40(1):75-79.
- Carvalho Jr., R.R. & L.B. Nascimento. 2005a. *Physalaemus aguirrei* - Geographic distribution. *Herpet. Review* 36(2):200.
- Carvalho Jr., R.R. & L.B. Nascimento. 2005b. *Leposternum wulcheri* - Geographical Distribution. *Herpet. Review* 36(4):468-469.
- Carvalho Jr., R.R. & L.B. Nascimento. 2005c. *Bothrops leucurus* - Geographical Distribution. *Herpet. Review* 36(4):469-469.
- Cassimiro, J., M.A.S. Canelas, & J. Bertoluci, 2006. Geographic distribution. *Aplastodiscus cavicola* (Perereca-verde; Green Treefrog). *Herpetol. Review* 37(2):237.
- Cassini, C.S., C.P. Neves, J.S. Dayrell, C.A.G. Cruz & R.N. Feio. 2007. Amphibia, Anura, *Dendropsophus ruschii*: Distribution extension, new state record, and geographic distribution map. *Check list* 3(3):190-192.
- Castro, M.S., R.H. Matsushita, A. Sebben, M.V. Souza & W. Fontes. 2005. Hylins: bombinins H structurally related peptides from the skin secretion of the Brazilian tree-frog *Hyla biobeba*. *Protein and Peptide Letters* 12:89-93.
- Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios – RAN. 2008. *A importância dos anfíbios*. Disponível em: [www.ibama.gov.br/ran/index.php?id\\_menu=178](http://www.ibama.gov.br/ran/index.php?id_menu=178). Acesso em: maio de 2008.
- Conservação Internacional do Brasil – CI-Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD & Instituto Estadual de Florestas-MG. 2000. *Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Brasília: MMA/SBF. 40p.
- Cochran, D.M. 1955. Frogs of Southeastern Brazil. *United States Nac Mus. Bull.* 206:1-423.
- Coelho, R.M, A. Giani & E.V. Sperling (org.). 1994. *Ecology and human impact on man-made reservoirs and natural lakes in Minas Gerais*. Belo Horizonte: UFMG, v.1. 193p.
- Costa, C.M.R., G. Herrmann & C.S. Martins, L.V. Lins & I.R. Lamas (org.). 1998. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 92p.
- Cruz, C.A.G., R.N. Feio & M.C.S. Cardoso. 2006. Description of a new species of *Phyllodytes* Wagler, 1830 (Anura, Hylidae) from the Atlantic Rain Forest of the state of Minas Gerais and Bahia, Brazil. *Arq. Mus. Nac.* 64:321-324.
- Cruz, C.A.G. & R.N. Feio. 2007. Endemismos em Anfíbios em Áreas de Altitude na Mata Atlântica no Sudeste do Brasil, p.117-126. In: L.B. Nascimento & M.E. Oliveira. (ed.). *Herpetologia no Brasil II*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia.
- Cruz, C.A.G., L.B. Nascimento & R.N. Feio. 2007a. A new species of the genus *Physalaemus* Fitzinger, 1826 (Anura, Leiuperidae) from southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 28:457-465.
- Cruz, C.A.G., R.N. Feio & C.S. Cassini. 2007b. Nova espécie de *Chiasmocleis* Méhely, 1904 (Amphibia, Anura, Microhylidae) da Serra da Mantiqueira, Estado de Minas Gerais, Brasil. *Arq. Mus. Nac.* 65:33-38.
- Cruz, C.A.G., R.N. Feio & L.B. Nascimento. *no prelo*. A new species of *Phasmahyla* Cruz, 1990 (Anura: Hylidae) from the Atlantic Rain Forest of the States of Minas Gerais and Bahia, Brazil. *Amphibia-Reptilia*.
- Dayrell, J.S., C.P. Neves, C.S. Cassini & R.N. Feio. 2006. *Zachanenus carvalhoi* - Geographic Distribution. *Herpetol. Review* 37:360-361.
- Diniz-Filho, J.A.F., L.M. Bini, C.M. Vieira, M.C. Souza, R.P. Bastos, D. Brandão & L.G. Oliveira. 2004. Spatial patterns in species richness and priority areas for conservation of anurans in the Cerrado region, Central Brazil. *Amphibia-Reptilia* 25:63-75.
- Drummond, G.M., C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonin (org.). 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. 2ª ed. Belo Horizonte, Brasil: Fundação Biodiversitas. 222p.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Drummond, L.O., D. Baêta, & M.R. Silvério-Pires. 2007. A new species of *Scinax* (Anura, Hylidae) of the *Scinax ruber* clade from Minas Gerais, Brazil. *Zootaxa* 1612:45-53.
- Duellman, E.E. & L. Trueb. 1994. *Biology of amphibians*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.
- Eterovick, P.C. & I. Sazima. 1998. A new species of *Proceratophrys* (Anura: Leptodactylidae) from Southeastern Brazil. *Copeia* 1998:159-164.
- Eterovick, P.C. & I. Sazima. 2000. Structure of an anuran community in a montane meadow in southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. *Amphibia-Reptilia* 21:439-461.
- Eterovick, P.C. 2003. Distribution of anuran species among montane streams in southeastern Brazil. *J. Trop. Ecol.* 19:219-228.

- Eterovick, P.C. & I.S. Barros. 2003. Niche occupancy in southeastern Brazilian tadpole communities in montane-meadow streams. *J. Trop. Ecol.* 19:439-448.
- Eterovick, P.C. & I. Sazima. 2004. *Anfíbios da Serra do Cipó* – Amphibians from the Serra do Cipó. Belo Horizonte: Editora PUC Minas. 152p.
- Eterovick, P.C., A.C.O.Q. Carnaval, D.M. Borges-Nojosa, D.L. Silvano & M.V. Segalla. 2005. Amphibian declines in Brazil: an overview. *Biotopica* 37(2):166-179.
- Eterovick, P.C. & I.M. Barata. 2006. Distribution of tadpoles within and among Brazilian streams: the influence of predators, habitat size and heterogeneity. *Herpetologica* 62:367-379.
- Feio, R.N. 1990. *Bioecologia dos anfíbios do Parque Estadual do Ibitipoca (Minas Gerais, Brasil)*. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas. Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Feio, R.N. & U. Caramaschi. 1991. A new species of *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) from Minas Gerais, Southeastern Brazil. *Herpetologica* 47(2):148-151.
- Feio, R.N. & U. Caramaschi. 1995. Aspectos zoogeográficos dos anfíbios do Médio Rio Jequitinhonha, Nordeste de Minas Gerais, Brasil. *Revista Ceres* 42:53-61.
- Feio, R.N. 1998. *Anfíbios do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais*. Viçosa: Imprensa Universitária UFV. 32p.
- Feio, R.N., J.P. Pombal Jr. & U. Caramaschi. 1999a. New *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) from Atlantic Forest of Minas Gerais, Brazil. *Copeia*, 1999(1): 141-145.
- Feio, R. N., P.S. Santos & U. Caramaschi. 1999b. New records of Amphibians from Parque Estadual do Rio Doce, State of Minas Gerais, Brazil. *Herpetological Review* 30(1):56-57.
- Feio, R.N. & U. Caramaschi. 2002. Contribuição ao conhecimento da herpetofauna do nordeste de Minas Gerais, Brasil. *Phyllomedusa* 1(2):105-111.
- Feio, R.N., B.V.S. Pimenta & D.L. Silvano. 2003. Rediscovery and biology of *Ramphophryne proboscidea* (Boulenger, 1888) (Anura, Bufonidae). *Amphibia-Reptilia* 24(1):108-112.
- Feio, R.N. & P. Ferreira. 2005. Anfíbios de dois fragmentos de Mata Atlântica na Zona da Mata de Minas Gerais. *Rev. Brasil. Zool.* 7(1):121-128.
- Feio, R.N., L.B. Nascimento, C.A.G. Cruz & P. Ferreira. 2006. Anfíbios das Áreas Prioritárias dos Rios Jequitinhonha e Mucuri, p.94-119. In: Pinto, L.P.S. & L.C.B. Bedê. (org.). *Biodiversidade e Conservação nos Vales dos Rios Jequitinhonha e Mucuri*. Vol. 1, Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Feio, R.N., P.S. Santos, C.S. Santini, J.S. Dayrell & E.F. Oliveira. 2008. Anfíbios da Serra do Brigadeiro. *MG. Biota* 1(1):4-32.
- Frost, D.R. (ed.). 2007. *Amphibian species of the world: an online reference*. American Museum of Natural History. Disponível em: <http://reaserach.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Acesso em: fevereiro de 2007.
- Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2008. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período 2000-2005*. Relatório. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br>. Acesso em: maio de 2008.
- Gascon, C. 1991. Population- and community-level analyses of species occurrences of Central Amazonian rainforest tadpoles. *Ecology* 75:1731-1746.
- Giaretta, A.A. & I. Sazima. 1993. Nova espécie de *Proceratophrys* Mir. Rib. do Sul de Minas Gerais. *Rev. Brasil. Biol.* 53(1):13-19.
- Giaretta, A.A., J.C. Oliveira Filho & M.N.C. Kokubum. 2007a. A new *Phyllomedusa* (Anura, Hylidae) with reticulated pattern on flanks from southeastern Brazil. *Zootaxa* 1614:31-41.
- Giaretta, A.A., D.T. Ribeiro & L.E. Oliveira. 2007b. A new species of *Ischnocnema* (Anura: Eleutherodactylinae) from open areas of the Cerrado Biome in southeastern Brazil. *Zootaxa* 1666:43-51.
- Giulietti, A.M. & J.R. Pirani. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil, p.39-69. In: W.R. Heyer & P.E. Vanzolini (ed.). *Neotropical distribution patterns*. Proceedings of a 1987 workshop. Academia Brasileira de Ciências.
- Giulietti, A.M., N.L. Menezes, J.R. Pirani, M. Meguro & M.G.L. Wanderley. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. *Bol. Bot.* 9:1-151.
- Godinho, A.L., M.T. Fonseca & L.M. Araujo. 1994. The ecology of predator fish introductions: the case of rio Doce valley lakes, p.77-83. In: R.M.P. Coelho, A. Giani & E. Von Sperling (org.). *Ecology and human impact on lakes and reservoirs in Minas Gerais with special reference to future development and management strategies*. Belo Horizonte: SEGRAC.
- Grandinetti, L. & C.M. Jacobi. 2005. Distribuição estacional e espacial de uma taxocenose de anuros (Amphibia) em uma área antropizada em Rio Acima – MG. *Lundiana* 6:21-28.
- Gridi-Papp, M. 1997. *Reprodução de anuros (Amphibia) em duas lagoas de altitude na Serra da Mantiqueira*. Dissertação de Mestrado em Ecologia. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- Haddad, C.F.B. 1997. Biodiversidade dos anfíbios no Estado de São Paulo, p.17-26. In: C.A. Joly, C.E.M. Bicudo & R.M.C. Castro

- (ed.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo - Síntese do conhecimento ao final do século XX*. FAPESP.
- Haddad, C.F.B., G.V. Andrade & A.J. Cardoso. 1988. Anfíbios anuros do Parque Nacional da Serra da Canastra, Estado de Minas Gerais. *Brasil Florestal* 64: 9-20.
- Haddad, C.F.B. 2005. Anfíbios, p.59-63. In: A.B.M. Machado, C.S. Martins & G.M. Drummond (ed.). *Lista da fauna Ameaçada de Extinção*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- Harris, D.J. & E. Froufe. 2005. Taxonomic inflation: species concept or historical geopolitical bias? *Trends Ecol. Evol.* 20(1):6-7.
- Hero, J.M., C. Gascon & W.E. Magnusson. 1998. Direct and indirect effects of predation on tadpole community structure in the Amazon rainforest. *Aust. J. Ecol.* 23:474-482.
- Hero, J.M., W.E. Magnusson, C.F.D. Rocha & C.P. Catterall. 2001. Antipredator defenses influence the distribution of Amphibian prey species in the central Amazon rainforest. *Biotropica* 33:131-141.
- Heyer, W.R. 1982. Two new species of the frog genus *Hylodes* from Caparaó, Minas Gerais, Brasil (Amphibia: Leptodactylidae). *Proc. Biol. Soc. Washington* 95:377-385.
- Heyer, W.R., A.S. Rand, C.A.G. Cruz & O.L. Peixoto. 1988. Decimations, Extinctions, and Colonizations of Frog Populations in Southeast Brazil and Their Evolutionary Implications. *Biotropica* 20(3):230-235.
- Heyer, W.R., A.S. Rand, C.A.G. Cruz, O.L. Peixoto & C.E. Nelson. 1990. Frogs of Boracéia. *Arq. Zool.* 31(4):231-410.
- Instituto Estadual de Florestas – IEF. 2008. *Parque Estadual*. Disponível em: [www.ief.mg.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=114&Itemid=146](http://www.ief.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=114&Itemid=146). Acesso em: maio de 2008.
- International Union for Conservation of Nature – IUCN. 2006. *Global Amphibian Assessment*. Disponível em: [www.globalamphibians.org/](http://www.globalamphibians.org/). Acesso em: maio de 2008.
- Kopp, K. & P.C. Eterovick. 2006. Factors influencing spatial and temporal structure of frog assemblages at ponds in southeastern Brazil. *J. Nat. Hist.* 40:1813-1830.
- Kopp, K., M. Wachlewski & P.C. Eterovick. 2006. Environmental complexity reduces tadpole predation by water bugs. *Can. J. Zool.* 84:136-140.
- Leite, F.S.F., D.M.C.F. Albuquerque, L.B. Nascimento. 2007. Descrição do girino de *Aplastodiscus arildae* (Cruz e Peixoto, 1985) (Amphibia, Anura, Hylidae). *Arq. Mus. Nac.* 65:211-216.
- Leite, F.S.F., T.L. Pezzuti & P.L. Viana. 2006. Amphibia, *Bokermannohyla nanuzae*, *Scinax curicica*, *Leptodactylus camaquara*, *Physalaemus evangelistai* and *Proceratophrys cururu*: Distribution extensions. *Check List* 2:5.
- Leite, F.S.F., F.A. Juncá & P.C. Eterovick. *no prelo*. Status do conhecimento, endemismo e conservação de anfíbios anuros da Serra do Espinhaço, Brasil. *Megadiversidade*.
- Lima, A.P. & W.E. Magnusson. 1998. Partitioning seasonal time: interactions among size, foraging activity and diet in leaf-litter frogs. *Oecologia* 116: 259-266.
- Lourenço, A.C., M.R. Silvério, L.B. Nascimento. *no prelo*. A new species of *Scinax catharinae* species group (Anura: Hylidae) from Minas Gerais, Brazil.
- Lutz, A. 1925. Batrachiens de Brésil. *C. R. Soc. Biol.* 93(2):211-214.
- Lutz, B. & A.L. Carvalho. 1958. Novos anfíbios das serras Costeiras do Brasil. *Mem. Oswaldo Cruz*, 56:239-249.
- Lutz, B. 1966. *Pithecopus ayeaye*, a new Brazilian hylid with vertical pupils and grasping feet. *Copeia* 1966:236-240.
- Lutz, B. 1968. New Brazilian forms of *Hyla*. *The Pearce-Sellards Series* 10:5-8.
- Machado, A.B.M., C.S. Martins & G.M. Drummond. 2005. *Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: incluindo espécies quase ameaçadas e deficientes em dados*. Belo Horizonte: Biodiversitas. 160p.
- Machado, A.B.M., G.A.B. Fonseca, R.B. Machado, L.M.S. Aguiar & L.V. Lins (ed.). 1998. *Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da fauna de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Biodiversitas. 608p.
- Maciel, N.M., C.A. Schwartz, O.R. Pires Jr., A. Sebben, M.S. Castro, M.V. Sousa, W. Fontes & E.N.F. Schwartz. 2003. Composition of indolealkylamines of *Bufo rubescens* cutaneous secretions compared to six other Brazilian bufonids with phylogenetic implications. *Comp. Bioch. Phys.* 134:641-649.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA/Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF. 2002. *Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros*. (MMA/SBF, Brasília, Brasil).
- Mortari, M.R., E.N.F. Schwartz, O.R. Pires Jr., C.A. Schwartz, M.M. Santos, C. Bloch Jr. & A. Sebben. 2004. Main alkaloids from the Brazilian dendrobatidae frog *Epipedobates flavopictus*: pumiliotoxin 251D, histrionicotoxin and decahydroquinolines. *Toxicol* 43(3):303-310.
- Napoli, M.F. & U. Caramaschi. 2004. Two new species of the *Hyla circumdata* group from Serra do Mar and Serra da Mantiqueira,

- Southeastern Brazil, with description of the advertisement call of *Hyla ibitipoca* (Anura, Hylidae). *Copeia* 2004(3):534-545.
- Nascimento, A.C., A. Chapeaurouge, J. Perales, A. Sebben, M.V. Sousa, W. Fontes & M.S. Castro. 2007. Purification, characterization and homology analysis of ocellatin 4, a cytolytic peptide from the skin secretion of the frog *Leptodactylus ocellatus*. *Toxicon* 50:1095-1104.
- Nascimento, L.B. 1992. *Bioecologia das espécies de anfíbios no Parque das Mangabeiras, Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasil)*. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 104p.
- Nascimento, L.B., A.C.L. Miranda & T.A.M. Balstaedt. 1994. Distribuição estacional e ocupação ambiental dos anfíbios anuros da área de proteção da captação da Mutuca (Nova Lima, MG). *BIOS* 2:5-12.
- Nascimento, L.B., J.P. Pombal Jr. & C.F.B. Haddad. 2001. A new species genus *Hylodes* Fitzinger, 1829 (Anura, Leptodactylidae) from southeastern Brazil. *Jr. Zool.* 254:421-428.
- Nascimento, L.B., R.R. Carvalho Jr., H. Wogel, D.S. Fernandes & R.N. Feio. 2001. Reprodução e descrição do girino de *Physalaemus rupestris* Caramaschi, Carcerelli & Feio, 1991 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Bol. Mus. Nac.* 450:1-10.
- Nascimento, A.C., L. Zanotta, C.M. Kyaw, E.N.F. Schwartz, C.A. Schwartz, A. Sebben, M.V. Sousa, W. Fontes & M.S. Castro. 2004. Ocellatins: new antimicrobial peptides from the skin secretion of the South-American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae). *J. Protein Chem.* 25:501-508.
- Nascimento, L.B., R.N. Feio & C.A.G. Cruz. 2005a. A new species of diurnal frog in the genus *Crossodactylus* Duméril and Bibron, 1841 (Anura, Leptodactylidae) from southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 26(2005):497-505.
- Nascimento, L.B., M. Wachlevski, F. Leite. 2005b. Anuros, p.209-230. In: A.C. Silva, L.C.V.S.F. Pedreira, P.A.A. Abreu (org.). *Serra do Espinhaço Meridional*. Belo Horizonte: O Lutador.
- Nascimento, L.B., B.V.S. Pimenta, C.A.G. Cruz & U. Caramaschi. 2006. Taxonomic status of *Gomphobates marmoratus* Reinhardt and Lütken, 1862 "1861" and *Eupemphix fuscomaculatus* Steindachner, 1864 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *South Amer. J. Herp.* 1:166-174.
- Pedralli, G., A.S.G. Neto & M.C.B. Teixeira. 2001. Diversidade de anfíbios na região de Ouro Preto. *Ciência Hoje* 30:70-76.
- Pereira, E.G. & L.B. Nascimento. 2004. Descrição da vocalização e do girino de *Pseudopaludicola mineira* Lobo, 1994, com notas sobre a morfologia de adultos (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Arq. Mus. Nac.* 62(3):233-240.
- Pimenta, B.V.S., C.F.B. Haddad, L.B. Nascimento, C.A.G. Cruz, J.P. Pombal Jr. 2005. Comments on "Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide". *Science* 309:1999.
- Pires Jr., O.R., A. Sebben, E.F. Schwartz, C. Bloch Jr., R.A.V. Morales & C.A. Schwartz. 2003. The occurrence of 11-oxotetrodotoxin analogue, in in the brachycephalidae frog *Brachycephalus ephippium*. *Toxicon* 42:563-566.
- Pires Jr., O.R., A. Sebben, E.F. Schwartz, S.W.R. Largura, C. Bloch Jr., R.A.V. Morales & C.A. Schwartz. 2002. Occurrence of tetrodotoxin and its analogues in the Brazilian frog *Brachycephalus ephippium* (Anura: Brachycephalidae). *Toxicon* 40(2002):761-766.
- Pombal Jr., J.P.P., R.N. Feio & C.F.B. Haddad. 2002. A new species of torrent frog genus *Hylodes* (Anura: Leptodactylidae) from southeastern Brazil. *Herpetologica* 58(4):462-471.
- Passingham, H., I. Ball & S. Andelman. 2000. Mathematical methods for identifying representative reserve networks, p.291-306. In: S. Ferson & M. Burgman (ed.). *Quantitative methods for conservation biology*. New York: Springer-Verlag.
- Pugliese A., J.P. Pombal Jr. & I. Sazima. 2004. A new species of *Scinax* (Anura: Hylidae) from rocky montane fields of the Serra do Cipó, southeastern Brazil. *Zootaxa* 688:1-15.
- Pugliese, A., A.C.R. Alves, J.P. Pombal Jr. 2001. The tadpole of *Hyla rubicundula* (Anura: Hylidae). *J. Herp.* 35(2):686-688.
- Reinhardt, J. & C. Lütken. "1861"1862. Bidrag til Kundskab om Brasiliens Padder og Krybdyr. *Viedenskabelige Meddelesle fra den Naturhistorisk Forening i Kjobenhavn* 3:143-242.
- Reis, E.P., E.T. Silva, O.P. Ribeiro-Filho & R.N. Feio. 2007. *Chaunus pombali* (Pombal's Toad) predation. *Herpetological Review* 38(3): 321.
- Sazima, I. & U. Caramaschi. 1988 (1986). Descrição de *Physalaemus deimaticus*, sp.n., e observações sobre o comportamento deimático em *P. nattereri* (Steindn.). - Anura, Leptodactylidae. *Rev. Biol.* 13:91-101.
- Sazima, I. & W.C.A. Bokermann. 1977. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. 3: Observações sobre a biologia de *Hyla alvarengai* Bok. (Anura, Hylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 37(3):413-417.
- Sazima, I. & W.C.A. Bokermann. 1978. Cinco novas espécies de *Leptodactylus* do centro e sudeste brasileiro (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 38(4):899-912.
- Sazima, I. & W.C.A. Bokermann. 1982. Anfíbios da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. 5: *Hylodes otavioi* sp.n. (Anura, Leptodactylidae). *Rev. Brasil. Biol.* 42(4):767-771.
- Schwartz C.A., A. Sebben, S.W.R. Largura & E.G. Mendes. 1999. Indirect cardiotoxic activity of the caecilian *Siphonops paulensis* skin secretion. *Toxicon* 37:47-54.

- Schwartz, E.N.F, C.A. Schwartz & A. Sebben. 1998. Occurrence of hemolytic activity in the secretion of the caecilian *Siphonops paulensis*. *Natural Toxins* 6:179-182.
- Sebben, A., C.A. Schwartz, D. Valente & E.G. Mendes. 1986. A tetrodotoxin-like substance found in Brazilian frog *Brachycephalus ephippium*. *Toxicon* 24(8):799-806.
- Silva, A.C., L.C.V.S.F. Pedreira & P.A.A. Abreu. (ed.) 2005. *Serra do Espinhaço Meridional - Paisagens e Ambientes*. Belo Horizonte: o Lutador. 271p.
- Silva, E.T., E.P. Reis & R.N. Feio. 2006. Introdução de *Rana catesbeiana* (Anura: Ranidae) em ambientes aquáticos de Viçosa, Minas Gerais: dados preliminares. Londrina, *Resumos do XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia*.
- Silva, E.T., H.C. Costa & R.N. Feio. 2007a. *Rana catesbeiana* (bullfrog) prey. *Herpetological Review* 38(4):443.
- Silva, E.T., E.P. Reis, R.N. Feio & O.P. Ribeiro-Filho. 2007b. Hábito alimentar da rã-touro (*Lithobates catesbeianus*) em condições naturais em Viçosa, Minas Gerais. Belém, *Resumos do III Congresso Brasileiro de Herpetologia*.
- Silveira, A.L. 2006. Anfíbios do município de João Pinheiro, uma área de cerrado no noroeste de Minas Gerais, Brasil. *Arqu. Mus. Nac.* 64(2):131-139.
- Sociedade Brasileira de Herpetologia – SBH. 2008. *Lista de Anfíbios do Brasil*. Disponível em: [www.sbherpetologia.org.br](http://www.sbherpetologia.org.br). Acesso em: maio de 2008.
- Spix, J.B. von. 1824. *Animalia nova sive species novae testudinum et ranarum quas in itinere per Brasiliam, annis 1817-20*. Munique: Alemanha.
- Stuart S.N., J.S. Chanson, N.A. Cox, B.E. Young, A.S.L. Rodrigues, D.L. Fischman & R.W. Waller. 2004. Status and trends of amphibians declines and extinctions worldwide. *Science* 306(5072):1783-1786.
- Vanzolini, P.E. 1982. A new *Gymnodactylus* from Minas Gerais, Brasil, with remarks on the genus, on the area and on montane endemisms in Brasil (Sauria, Gekkonidae). *Pap Avul. Dep. Zool.* 34: 403-413.
- Vasconcelos, E.G. & A.A. Giaretta. 2003. A new species of *Hyla Laurenti*, 1768 from South Minas Gerais, Brasil. *Rev. Esp. Herpet.* 17:21-27.
- Weber, L.N., L.S. Procaci, R.O.L. Salles, S.P. Silva, A.L. Correa & S.P. Carvalho-e-Silva. 2007. Amphibia, Anura, Bufonidae, *Melanophryniscus moreirae*: Distribution extension. *Check List* 3:346-347.
- Weygoldt, P. 1989. Changes in the composition of mountain stream frog communities in the Atlântic montains of Brazil: frogs as indicators of environmental deteriorations? *Studies on Neotropical fauna and Environment* 243(4):249-255.
- Zimmerman, B.L. & D. Simberloff. 1996. An historical interpretation of habitat use by frogs in a Central Amazonian Forest. *J. Biogeogr.* 23:27-46.







# Répteis

Renato Silveira Bérnils<sup>1</sup>  
Cristiano de Campos Nogueira<sup>2</sup>  
Vinícius Xavier-da-Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Museu Nacional / UFRJ

<sup>2</sup> Conservação Internacional do Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alfenas.

## Estado do Conhecimento

### Histórico dos Estudos com Répteis no Brasil e em Minas Gerais

A fauna de répteis da América do Sul é tradicionalmente dividida em três grandes linhagens: Testudines (quelônios: tartarugas, jabutis e cágados), Crocodylia (jacarés e crocodilos) e Squamata (lagartos, anfisbênias e serpentes), todas com representantes no Estado de Minas Gerais. Essa fauna é o objeto de estudo da Herpetologia, divisão da Zoologia que se ocupa dos répteis e dos anfíbios (sapos, rãs, pererecas, jias, salamandras). Contudo, a evolução dos estudos herpetológicos não é igual quando se comparam, em cada instituição de pesquisa, os investimentos feitos com cada grupo. Dessa forma, determinadas linhas de investigação privilegiam os répteis, enquanto outras se concentram nos anfíbios, criando um descompasso como o observado em Minas Gerais, onde, até o momento, houve muito mais avanços em relação aos anfíbios, cabendo aos répteis pesquisas parciais ou incipientes.

Estima-se que o Brasil ocupe a terceira posição entre os países com maior número de espécies de répteis, atrás apenas da Austrália e do México (SBH, 2008). Contudo, no ritmo em que avança o conhecimento taxonômico da nossa herpetofauna, o Brasil poderá se revelar possuidor da mais rica fauna de répteis. Desde o ano 2000 foram descritos 52 novos répteis ocorrentes no Brasil, quase todos endêmicos ao país. Essas descobertas, somadas a novos arranjos taxonômicos, têm feito a “Lista de Répteis do Brasil” crescer a um ritmo médio de uma espécie acrescentada a cada 45 dias, totalizando 693 espécies (abril de 2008).

A evolução desse conhecimento, com base nas primeiras descrições de Carl Linné (1758, 1766), pode ser dividida em duas fases, alóctone e autóctone (subdivididas em períodos), que retratam distintas épocas, posturas científicas, influências e paradigmas. A *fase alóctone*, como o nome indica, foi dominada por autores estrangeiros, em geral germânicos e franceses que nunca pisaram em solo brasileiro (exceção especial a Wied-Neuwied e Spix); distinguiram-se as escolas ou sistemas de Schlegel, Wagler, Fitzinger e Duméril/Bibron, culminando com as publicações de Gray, Boulenger e Cope, na segunda metade do século XIX (Adler, 1989, 2007; Vanzolini, 1977).

A *fase autóctone*, que somente se desenvolveu no século XX, é considerada a partir das primeiras espécies descritas por um brasileiro: o fluminense João Batista de Lacerda, em 1884, com *Bothrops jararacussu* e *B. urutu* (= *B. neuwiedi*). Desde então, cerca de 30% dos táxons tidos hoje como espécies reconhecidas tiveram brasileiros como autores (Bérnils *et al.*, 2007). Esta fase se desenvolveu enquanto diminuía a influência dos europeus e crescia a participação norte-americana na herpetologia nacional (e.g., Schmidt, Burt, Dunn e Griffin) (cf. Vanzolini, 1978a).

Entre os primeiros notáveis do período inicial da *fase autóctone* (1900-1945), destacam-se Goeldi, Ihering, Gomes, Miranda-Ribeiro, Vital Brazil, Prado e Amaral, que atuavam principalmente no eixo Rio de Janeiro – São Paulo e, em sua maioria, envolveram-se mais com o estudo das serpentes. Durante a 2ª grande guerra, e nos anos imediatamente seguintes, acentuou-se o influxo norte-americano sobre a taxonomia dos répteis aqui ocorrentes (e.g., Myers, Bailey, Parker e Gans), e ainda eram tímidas as atuações dos brasileiros (Bérnils *et al.*, 2007). O período intermediário seguinte (1946 - 1980) começou no pós-guerra e foi marcado pelo início dos trabalhos herpetológicos do paulista Paulo Emílio Vanzolini e do gaúcho Alphonse Richard Hoge. Assistiu-se, então, à expansão das atividades herpetológicas para outros centros, como Belém e Porto Alegre (cf. Vanzolini, 1978a; Crispino *et al.*, 2006), e culminou com os catálogos do *Smithsonian Institution* (Peters & Orejas-Miranda, 1970; Peters & Donoso-Barros, 1970) e o enorme impulso que essas publicações deram ao estudo dos Squamata neotropicais.

A partir dos anos 1980 (período atual), a herpetologia nacional amadureceu, conquistou espaços, expandiu seus interesses além das cobras e lagartos, formou dezenas de bons sistematas e ecólogos. Autores de grande relevância no período anterior continuaram publicando e habilitando novos herpetólogos. Diminuiu a participação isolada de autores não latinos descrevendo táxons da nossa fauna, enquanto cresceu a coautoria com pesquisadores de outros países sul-americanos. Multiplicaram-se os núcleos de estudos taxonômicos e ecológicos, com o deslocamento de mestres e doutores para universidades de diversos Estados, enquanto os centros mais tradicionais foram renovados. Enfim, um volume significativo de pessoas tem se responsabilizado por um incremento substancial no conjunto de formas novas descritas ou discriminadas, resultando no citado crescimento do total de espécies registradas para o Brasil e no aumento do conhecimento acerca de distribuição, história, ecologia, genética, fisiologia e comportamento das mesmas.

Durante o desenrolar da citada *fase alóctone* da herpetologia brasileira, um capítulo especial é ocupado pelos naturalistas viajantes que percorreram Minas Gerais, do Brasil Colônia até a Primeira República. Ao longo do século XIX, Minas Gerais foi a segunda província mais visitada por naturalistas estrangeiros, atrás apenas do Rio de Janeiro. São diversas as explicações para tamanha afluência de visitantes: a fama que, no século anterior, fez de Minas Gerais objeto de interesse mundial, a importância mineralógica da região, e, como consequência das atenções da Coroa Portuguesa para com a rica província, a existência de boa rede de estradas e infraestrutura de hospedagem, policiamento e comunicações (cf. Papavero, 1971; Papavero & Teixeira, 2001). Afinal, à exceção de alguns mais intrépidos e/ou abnegados (e.g., Natterer, Sellow, Wied-Neuwied, Riedel, Castelnau, Wallace, Bates, Fritz Müller), a imensa maioria dos naturalistas buscou, no Brasil, aliar roteiros pitorescos e boas amostragens biológicas ou etnológicas, com segurança, conforto e celeridade.

Apesar desse grande interesse, não são facilmente rastreáveis as contribuições herpetológicas de cada um dos naturalistas que coletaram na então província das Minas Gerais. Em diversas ocasiões, Vanzolini (1977; 1981; 1993; 1996; 2004) avaliou as principais contribuições desses naturalistas à zoologia no Brasil e destacou como mais relevantes, para os vertebrados, as expedições de Spix e Martius, Wied-Neuwied, Natterer e Castelnau. Esses naturalistas (Wied-Neuwied, Castelnau e Natterer), porém, abordaram Minas Gerais apenas marginalmente, embora tenham cruzado a região visitando os distritos auríferos, diamantíferos e outros, não tendo se esforçado no registro de sua fauna (Spix e Martius) (cf. Ramirez, 1968; Papavero, 1971; Wied, 1989; Vanzolini, 1996; Riedl-Dorn, 1999; Löschner & Kirschstein-Gamber, 2001). Vanzolini (1996) também destaca, mas sem entrar em detalhes, os avanços gerados a partir de materiais zoológicos obtidos ou descritos por Lund, Claussen, Warming, Reinhardt e Winge, particularmente os oriundos da região de Lagoa Santa.

Da análise inicial da literatura científica e de zoólogos viajantes dos séculos anteriores, depreende-se que ainda está distante o dia em que serão quantificadas as contribuições de cada uma dessas expedições e de todos os naturalistas que passaram pelo Estado. Alguns, inclusive, podem não ter grande destaque nacional, mas ser relevantes para a zoologia mineira: Tschudi, Langsdorff e Ménériès, Claussen, Pohl, Saint-Hilaire, Riedel, Bunbury, Burmeister, Sellow, Agassiz, Burton, Neiva e Pena, Lutz, Melo Carvalho e tantos outros que passaram pelas Minas Gerais no período citado (vide Mello-Leitão, 1934; Papavero, 1971; Vanzolini, 1996).

No contexto de desenvolvimento histórico da herpetologia regional, o Estado de Minas Gerais passou quase incólume, apesar de serem mineiros dois dos primeiros expoentes nacionais no estudo dos répteis: Alípio de Miranda-Ribeiro (nascido em Rio Preto, MG, mas estabelecido no Rio de Janeiro) e Vital Brazil Mineiro da Campanha (nascido em Campanha, MG, mas estabelecido em São Paulo e Niterói). Algumas tímidas atividades herpetológicas, contudo, existiram. Dentre elas, destaca-se o interesse pelas serpentes, inicialmente manifestado por Ezequiel Caetano Dias (fluminense, concunhado de Oswaldo Gonçalves Cruz), Carlos Pinheiro Chagas (mineiro, primo de Carlos Justiniano Ribeiro Chagas), Oswaldo de Mello Campos e Octávio Coelho Magalhães (mineiros) (Paixão, 1995). As serpentes também foram alvo de Giorgio Schreiber (genética, polimorfismos), pesquisador italiano judeu que, em 1940, fugiu dos regimes anti-semitas europeus e foi um dos ícones do futuro curso de Biologia da UFMG (Pereira, 2000).

Nas décadas seguintes, enquanto se desenvolveu a investigação de anfíbios no Estado, em instituições como a Pontifícia Universidade Católica e as universidades federais de Minas Gerais, Viçosa e Uberlândia, o estudo dos répteis continuou restrito a pesquisas pontuais, principalmente voltadas a estudos locais ou de espécies. Somente a partir dos últimos anos do século XX é que surgiram pesquisadores de répteis residentes no Estado, com estudos nos estabelecimentos acima citados e também na Fundação Ezequiel Dias e nas universidades federais de Juiz de Fora, Ouro Preto e Alfenas. Tudo, porém, ainda muito incipiente, tanto que são recentes as publicações estritamente preocupadas em delinear a fauna de répteis de Minas Gerais (e.g., Assis, 1999; Cassimiro, 2003; Cassimiro *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2008; Evers Jr. *et al.*, 2006; Faria & Brites, 2003; Feio & Caramaschi, 2002; Recoder & Nogueira, 2007; Silveira, 2004; Silveira *et al.*, 2004a, b)

### **Número de espécies registradas (Mundo, Brasil e Minas Gerais) e estimativas**

Em termos mundiais, mais de 8.700 espécies de répteis são conhecidas: 313 são Testudines, 23 são Crocodylia e a imensa maioria, em torno de 8.400 espécies, é Squamata (Uetz & Hallermann, 2008). Para o Brasil, há registro de 693 espécies de répteis (cerca de 8% da fauna mundial), sendo 36 quelônios, seis jacarés, 232 lagartos, 357 serpentes e 62 anfisbênias (SBH, 2008). Em Minas Gerais, até o momento, foram computadas nove espécies de quelônios, três de jacarés, 57 de lagartos, 13 de anfisbênias e 139 de serpentes; juntos, representam 221 espécies, 32% do total conhecido para o Brasil.

Essa riqueza relativamente elevada de répteis em Minas Gerais se deve, em parte, à grande área territorial do Estado, mas também à diversidade de biomas e ambientes que o compõem. Por um lado, há Cerrado e Mata Atlântica, ambos com diversas fisionomias em Minas Gerais, além de parte da Caatinga; por outro lado, o Estado apresenta relevo e clima muito variados, que vão dos vales de grandes rios, com pouca altitude e clima tipicamente tropical úmido (e.g., Doce, Mucuri, Jequitinhonha, Paranaíba), até o clima subtropical nas cadeias montanhosas mais elevadas da Região Sudeste (e.g., Caparaó, Mantiqueira, Espinhaço) (IBGE, 1977). Dessa forma, Minas Gerais é permeado por faunas muito distintas, sendo limite de distribuição meridional para algumas formas próprias da Caatinga, setentrional para algumas formas tipicamente subtropicais, ocidental para algumas formas características de florestas ombrófilas densas, e assim por diante (e.g., Ribeiro *et al.*, 2004; Silveira, 2008).

Estima-se que existam, no Estado de Minas Gerais, muito mais espécies de répteis do que as registradas até o momento. O grande número de táxons descritos nos últimos anos, especialmente de lagartos e serpentes (ver SBH, 2008), indica a existência de várias formas ainda desconhecidas no Brasil. Mesmo onde pesquisas com répteis contam com tradição de muitas décadas (e.g., Rio Grande do Sul, São Paulo, Pará), espécies novas têm sido descritas, resultantes não de revisões ou acomodações taxonômicas, mas de exemplares obtidos diretamente na natureza (e.g., Ferrarezzi *et al.*, 2005; Marques *et al.*, 2002; Passos *et al.*, 2005; Prudente & Santos-Costa, 2006). Em função de todas essas variáveis, não é possível precisar número máximo (esperado) de espécies ocorrentes em Minas Gerais, pois o levantamento atual, que acusou um mínimo de 221 táxons de répteis, está patentemente subestimado.

### **Padrões de Distribuição Geográfica**

Discutir padrões de distribuição de répteis em Minas Gerais é uma atividade necessariamente especulativa. Como o Estado não possui inventários minuciosos de sua fauna de répteis, estão disponíveis apenas registros fortuitos dispersos por dezenas de coleções brasileiras. Mesmo os dados de inventários já existentes não estão sintetizados e organizados em uma base única de referência. São tantas as lacunas de informação e tão poucas as localidades com inventários (já disponíveis ou em andamento), que enormes espaços vazios, sem qualquer amostragem herpetológica, ficam evidentes quando se colocam os dados conhecidos em mapas.



Na região do Cerrado em Minas Gerais, por exemplo, há poucos estudos publicados sobre amostragens de répteis. Assim, Araújo & Colli (1999) e Colli (2005), em avaliações herpetofaunísticas de cunho biogeográfico, analisaram 71 localidades de Cerrado, das quais apenas cinco eram mineiras (Fazenda São Miguel, Itacarambi, Paracatu, Uberaba e Unaí); mesmo assim, nenhuma delas estava entre as melhores amostradas no bioma. Recentemente, estudos mais abrangentes na região do Cerrado verificaram e mapearam os registros de lagartos (Nogueira 2006; Nogueira *et al.*, *no prelo*) e Squamata (Costa *et al.*, 2007). Evidenciaram-se lacunas amostrais em boa parte da porção central do Cerrado mineiro, mas foram apontadas pelo menos duas regiões de alta riqueza potencial de répteis Squamata, merecendo novas investigações e inventários (Costa *et al.*, 2007): a região do triângulo mineiro e a região dos gerais, no noroeste do Estado, próxima à parte sul da Serra Geral de Goiás. Nesta última insere-se uma das localidades com maior riqueza documentada de lagartos em todo o Cerrado (Parque Nacional Grande Sertão Veredas; Nogueira *et al.*, *no prelo*; Recoder & Nogueira, 2007).

Pesquisas herpetológicas geograficamente mais abrangentes acusaram elevado grau de endemismo para o Cerrado; segundo Nogueira (2006), 45% dos lagartos presentes no Cerrado são endêmicos à região. Além disso, Nogueira *et al.* (*no prelo*) demonstraram que os cerrados de Minas Gerais participam de pelo menos duas das quatro grandes sub-regiões faunísticas do bioma, definidas por padrões de distribuição geográfica de lagartos. Uma delas contempla os cerrados da alta bacia platina, cobre grande parte do oeste do Estado e apresenta espécies endêmicas ou compartilhadas com domínios adjacentes ao limite sul do bioma (principalmente Pampas e Chaco). Outra sub-região seria o Cerrado norte, que engloba marginalmente a porção noroeste de Minas Gerais e também contém espécies endêmicas (como o lagarto *Stenocercus quinarius*, Nogueira & Rodrigues, 2006, cuja localidade tipo se insere na porção mineira dos gerais) ou compartilhadas com a Caatinga ou a Amazônia.

Embora haja volume maior de dados em coleções para a Mata Atlântica, ainda não há sínteses e compilações que permitam visualizar padrões de diversidade e distribuição de répteis. Estudos preliminares (R. S. Bérnils, em andamento) apontam que, em Minas Gerais, ocorrem pelo menos oito de dez elementos reconhecíveis (padrões corológicos congruentes) entre as distribuições geográficas das serpentes do Sudeste e Sul do Brasil. Destacam-se, nesses conjuntos, as serras florestadas da Mantiqueira, os vales dos rios Jequitinhonha e Doce e a bacia do rio Grande. Um

dos caminhos para orientar novas investigações biogeográficas com répteis em Minas Gerais pode ser a verificação da coerência e dos limites das províncias (e outras subdivisões bio/fito/zoogeográficas) propostas por diversos autores, em análises de âmbito continental (e.g., Cabrera & Willink, 1973; Dinerstein *et al.*, 1995; Morrone, 2001; Müller, 1973; Ratter *et al.*, 2003). Mas, qualquer que seja o objetivo, somente será possível delinear padrões biogeográficos no Estado quando o mapeamento de sua diversidade faunística estiver avançado.

### **Endemismos, Espécies Ameaçadas, Espécies Invasoras e Introduzidas**

A determinação exata e fundamentada do grau de endemismo de répteis em Minas Gerais ainda depende de estudos de mapeamento e síntese dos dados de ocorrência de répteis no Estado. Sem tais informações, verificadas e compiladas, não há como apontar todas as espécies endêmicas e indicar zonas de simpatria que evidenciem prováveis centros de endemismo.

Este tipo de síntese é disponível apenas para informações de ocorrência de répteis Squamata do Cerrado (Nogueira & Colli, *em prep.*). Estes dados apontam que Minas Gerais abriga ao menos dois prováveis centros de endemismo para a fauna de Squamata, contendo espécies de distribuição restrita, em geral associadas a áreas abertas de campos e savanas elevadas em planaltos cristalinos: a porção sul da Cadeia do Espinhaço e a Serra da Canastra. Embora ainda não haja dados compilados e sínteses para as regiões do domínio Atlântico e da Caatinga, uma visão preliminar aponta que merecem também especial atenção os Campos de Altitude (*sensu* Safford, 2007) das serras da Mantiqueira e do Caparaó e as áreas de Caatinga no extremo norte mineiro, ainda muito pouco inventariadas (Rodrigues, 2003).

A revisão da lista da fauna ameaçada de Minas Gerais (Deliberação COPAM 366/08) indica seis espécies de répteis: dois lagartos, duas serpentes e dois quelônios. A pressão de perda de habitat, bastante intensa no Cerrado e com efeitos já consolidados na Mata Atlântica, faz com que todas as espécies ameaçadas de Minas Gerais sejam formas destas duas regiões, consideradas como *hotspots* globais de biodiversidade. Os répteis ameaçados no Estado, que ocorrem na região do Cerrado, são os lagartos *Kentropyx paulensis* e *Placosoma cipoense*, e a serpente *Bothrops itapetiningae*. Para a Mata Atlântica foram apontados os cágados *Mesoclemmys hoguei* e *Hydromedusa maximiliani*, e a serpente *Philodryas oligolepis*.

Um dado alarmante é o grande número de táxons nas categorias NT (Quase Ameaçados), quatro espécies, e DD (Deficiente em Dados), 26 espécies. Isto sugere que em breve mais espécies deverão figurar nas listas de ameaçadas do Estado, com o aumento da qualidade e quantidade de dados de ocorrência e com a intensificação constante do desmatamento, especialmente no Cerrado, que apresenta as maiores taxas de perda de habitat no Brasil (Klink & Machado, 2005).

Não há registro de répteis introduzidos e/ou invasores causando dano à fauna nativa de Minas Gerais, o que não significa que essa possibilidade esteja descartada. Aparentemente, apenas um réptil exótico, a lagartixa-de-paredes (*Hemidactylus mabouia*), de origem africana, possui populações estabelecidas em Minas Gerais. Essa espécie parece ter vindo involuntariamente para a costa brasileira, em navios portugueses de transporte de escravos e mercadorias para a colônia, da mesma forma que vieram para cá os camundongos, ratos, ratazanas, baratas domésticas, moscas domésticas e outros animais do Velho Mundo. Sua introdução passiva no Brasil deve ter sido contínua por séculos, até que todos os portos adotaram medidas sanitárias eficientes, já no século XX (Bérnils, 2003; Vanzolini, 1978b). A partir das cidades litorâneas, essa lagartixa se espalhou rapidamente por todo o País, mas ainda hoje ela habita quase que exclusivamente os ambientes urbanos peridomiciliares, havendo raros registros de sua presença em áreas naturais (Myers, 1945).

Virtualmente, diversos répteis estrangeiros ou naturais do Brasil (alguns nativos na herpetofauna mineira) podem ser ativamente introduzidos em áreas de Minas Gerais. O Estado está no meio de diversas rotas importantes de tráfico de animais (Renctas, 2006) e, portanto, é vítima potencial de solturas não autorizadas ou clandestinas. Entre as espécies mais frequentemente visadas estão os jabutis (*Chelonoidis carbonaria* e *C. denticulata*), as pequenas tartarugas de água doce conhecidas como tigres-d'água (*Trachemys* spp., *Chrysemys* spp.), o jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*), as maiores serpentes terrestres (e.g., *Boa constrictor*, *Clelia clelia*, *C. plumbea*) e os lagartos de grande porte (e.g., *Iguana iguana* e *Tupinambis* spp.). Parte dessas espécies recebe atenção especial do CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*), que avalia permanentemente o comércio internacional de animais (vide [www.cites.org/index.html](http://www.cites.org/index.html)).

Contudo, um quadro real da situação das espécies exóticas, introduzidas e/ou invasoras, somente será possível com estudos voltados especificamente para o problema, contando com a ajuda

dos órgãos ambientais fiscalizadores (federais e estaduais). Outro subsídio fundamental é o conhecimento detalhado das distribuições geográficas originais das espécies; enquanto a fauna nativa e sua distribuição geográfica não forem adequadamente conhecidas e documentadas, não será possível descrever e compreender eventos de dispersão de formas exóticas e seus efeitos nas comunidades naturais. Deste modo, a base de estudos sobre invasões biológicas passa necessariamente por boas sínteses de padrões naturais de diversidade, na forma de mapas de distribuição atualizados e embasados no maior conjunto possível de informações faunísticas e taxonômicas.

### **Importância Econômica e Táxons Potenciais para uso Sustentável e Biotecnológico**

Embora todas as espécies devessem ter o mesmo direito à preservação, é inegável que, muitas vezes, interesses estritamente econômicos são preponderantes para levar muitas delas ao declínio e à consequente extinção, ou então a altos investimentos, visando o manejo e a ampla proliferação dessas espécies. Com os répteis não é diferente. A importância econômica dos répteis compreende sua exploração comercial voltada para quatro aspectos principais: 1) fonte de comida; 2) peles; 3) medicina tradicional e moderna; e 4) animais de estimação (Pough *et al.*, 2004).

Crocodilianos e quelônios são os grupos de répteis mais utilizados como fonte de proteína (carne, ovos), mas lagartos de grande porte, como o iguana (*Iguana iguana*), que ocorre em Minas Gerais, também são consumidos há séculos na América Central (Fitch *et al.*, 1982). Em geral, essa exploração é feita através de caça e coleta ilegais, sem nenhuma preocupação com a dinâmica populacional dessas espécies, levando-as na maioria das vezes a declínios populacionais desastrosos. Particularmente para os quelônios, que possuem taxas reprodutivas mais baixas, esse uso insustentável pode extinguir espécies em poucos anos (Pough *et al.*, 2004).

A maior pressão econômica sobre os répteis, entretanto, reside na exploração de sua pele. Dois répteis presentes em Minas Gerais, uma serpente e um lagarto, servem para ilustrar a força deste comércio. Só durante o ano de 1981, 304.189 pares de sapatos de couro de jibóia (*Boa constrictor*) foram legalmente exportados para os Estados Unidos. Como não há programas de reprodução comercial dessa espécie, as peles utilizadas para essa confecção certamente foram retiradas

de estoques selvagens. Entre 1980 e 1985, mais de 12 milhões de peles de teiú (*Tupinambis* spp.) foram compradas por países importadores. Entre os crocodilianos, mais de 1 milhão de peles de jacaretinga (*Caiman crocodilus*) foram vendidos no mundo inteiro, a cada ano, entre 1980 e 1985 (Pough *et al.*, 2004). Em 1986, mais de dez milhões de peles de répteis (56% de lagartos, 26% de serpentes e 18% de crocodilianos) foram legalmente comercializados no mundo (World Resources Institute, 1990); o volume de origem ilegal deve ser muito superior.

Outro uso comercial que se faz dos répteis inclui seus produtos com aplicação na medicina tradicional de populações locais ou mesmo na medicina moderna. Na medicina mais popular, há várias crenças, tais como a utilização da gordura abdominal de lagartos monitores (*Varanus* spp.) da Ásia para combater infecções bacterianas ou como afrodisíaco, gordura de crocodilianos utilizadas como remédio para asma ou contra úlceras de pele e câncer, entre outras (Pough *et al.*, 2004). Vizotto (2003) lista uma série de usos populares de produtos extraídos de serpentes brasileiras. Isso também gera comércio geralmente ilegal em torno desses produtos, cuja eficácia do suposto tratamento é muitas vezes questionável.

Na medicina moderna, entretanto, o conhecimento científico e suas aplicações são mais consistentes, assim como o volume de recursos financeiros envolvidos. Embora possam existir usos farmacológicos de outros produtos originários dos répteis, o maior potencial concentra-se, sem dúvida, nos venenos com diferentes ações dos répteis peçonhentos. A aplicação mais óbvia é a produção do próprio soro antiveneno purificado a partir do plasma sanguíneo extraído de cavalos que receberam doses subletais de veneno e para o qual produziram anticorpos. Este é o tratamento para os 20.000 acidentes ofídicos que ocorrem em média por ano no Brasil. Só no Estado de Minas Gerais, para o período compreendido entre 1986 e 1999, aconteceram 43.932 desses acidentes, com média de 3.138 acidentes/ano (Araújo *et al.*, 2003).

Os venenos de serpentes em geral possuem 90% de seu peso seco composto por polipeptídios de ação enzimática ou não. As toxinas enzimáticas incluem hidrolases como proteinases, fosfodiesterases e fosfolipases. Os polipeptídios não enzimáticos incluem cardiotoxinas de vários tipos (citoxinas, neurotoxinas, miotoxinas, inibidores de proteinases e acetilcolinesterase). Diferenças de composição e concentração entre esses elementos acontecem entre famílias, gêneros e espécies de serpentes, e até dentro da mesma espécie. O estudo dessas variações é fundamental

para o desenvolvimento de terapias mais eficientes para as vítimas de acidentes ofídicos, bem como para ferramentas bioquímicas, farmacológicas e imunológicas, através de métodos genéticos e moleculares, para outras pesquisas: novas toxinas para estudos de mecanismos de ação, bibliotecas genômicas, análise proteômica e componentes dos venenos como modelos moleculares para novos medicamentos (Furtado, 2007).

Essa panacéia de potencialidades farmacêuticas dos venenos de serpentes estimulou o contrabando para o exterior de venenos extraídos de espécies brasileiras mantidas em serpentários clandestinos dos Estados de São Paulo e Minas Gerais. O grama do veneno de cascavel (*Crotalus durissus*) chegou a ser comercializado a 70 dólares, mais caro que o equivalente em ouro ou cocaína, e alcançou até dez vezes esse valor antes do destino final: indústrias farmacêuticas européias. O grama de veneno de urutu (*Bothrops alternatus*), espécie menos comum, alcançou o valor de 1.600 dólares. O produto saía do Brasil pela fronteira com o Uruguai e a bolsa de venenos era controlada em Amsterdã (Pereira, 1997). Nas décadas de 1970 e 1980, contrabandistas de veneno ofídico seco enriqueceram rapidamente na Zona da Mata mineira, partindo exclusivamente de venenos crotálicos (R. S. Bérnils, dados de pesquisa em andamento).

Uma tendência mais recente de uso dos répteis é o comércio de espécies como animais de estimação. Exemplos de publicações que abordam este assunto são Coborn (1994), Mattison (1995), Bartlett & Bartlett (1997) e Eterovic & Duarte (2002). A dimensão da importância deste setor pode ser verificada pelo exemplo dos Estados Unidos durante o ano de 1997, quando o país importou 1,8 milhões de répteis vivos (com custo estimado em mais de sete milhões de dólares) e exportou 9,7 milhões de répteis vivos (obtendo mais de 13,2 milhões de dólares). Essas transações compreenderam apenas o comércio legalizado, certamente números infinitamente maiores estão envolvidos com o comércio ilegal. Infelizmente, a perda de exemplares durante esse processo é enorme. A grande maioria dos indivíduos morre durante a captura na natureza, no trajeto até os revendedores, nas lojas, ou ainda, depois de adquiridos, na casa dos compradores. Além da intensa perda de espécies e indivíduos, doenças infecciosas são espalhadas pelo mundo inteiro em decorrência desse comércio. Em 1975, os Estados Unidos proibiram o comércio interno do cágado-de-orelha-vermelha (*Trachemys scripta*) devido a uma infecção pela bactéria *Salmonella* em seus criatórios. Entretanto, as exportações para Europa, Ásia e América Latina, onde esses quelônios são extremamente populares como animais de estimação, não foram interrompidas e a salmonelose

(fortes diarreias que em crianças podem ser fatais) foi dispersa pelo mundo. A *Salmonella* persiste por várias décadas em densidades acima do normal no solo e na água, e mesmo gastos elevados com antibióticos não resolveram o problema, pois linhagens dessa bactéria, resistentes a antibióticos, já se desenvolveram (Pough *et al.*, 2004).

Um aspecto que de certa forma está relacionado com todos os citados anteriormente, mas que ainda envolve certa polêmica, inclui os diferentes tipos de manejo desses répteis em cativeiro. Há três modalidades de manejo: extensivo ou caça controlada de populações selvagens (também conhecido como *harvesting* ou *cropping*), retirada de ovos de ninhos provenientes da natureza e criação dos filhotes em cativeiro (*ranching*), e o ciclo completo em cativeiro, inclusive a reprodução (*farming*) (Sarkis-Gonçalves *et al.*, 2005). A partir daí poderia haver reintrodução na natureza ou exploração econômica como animais de estimação, e/ou fonte de carne, ovos, pele, veneno e outros produtos. Além de possibilitar a recuperação de algumas espécies ameaçadas e o uso mais sustentável dos répteis, isso pode se transformar em opção econômica para a população humana local, ao mesmo tempo em que deve diminuir a pressão sobre os estoques selvagens. A primeira questão que surge é sobre quais espécies de répteis apresentam potencial para uso sustentável e, dessas, quais podem ter alguma aplicação biotecnológica em Minas Gerais. Algumas pesquisas e experiências similares já vividas por outros países podem ajudar neste sentido, mas isso não significa que outras espécies não apresentem esse potencial e não possam ser estudadas ou propostas para este fim.

O couro de lagartos teiús (*Tupinambis* spp.) já é explorado com muito sucesso por meio de manejo extensivo, principalmente pela Argentina e Paraguai, sendo importante setor da economia desses países, que agora pretendem regulamentar essa exploração para que o sistema se torne mais sustentável (Fitzgerald, 1994). Panamá e Costa Rica também possuem programas de exploração do iguana (*Iguana iguana*) como fonte alimentar em um sistema misto de manejo extensivo sustentável e ciclo completo em cativeiro (Ocana *et al.*, 1997). A Venezuela já apresenta longa tradição no manejo extensivo de crocodilianos, principalmente para exploração da pele (Thorbjarnarson & Velasco, 1999). No Brasil, embora essa tendência seja mais recente, já existem também criadores de crocodilianos, mas o sistema dominante é o manejo completo em recinto fechado (Verdade, 1997). Entre os crocodilianos mineiros com potencial para exploração comercial, destaca-se o jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*). O jacaré-coroa (*Paleosuchus palpebrosus*), por ser muito pequeno

(os machos atingem no máximo 1,6 m) e possuir pele considerada de baixo valor comercial, não tem interesse econômico. O preço médio da carne de jacaré já alcançou um valor médio de 15 dólares o quilo, e seu consumo tem aumentado no mundo inteiro. Porém, a menina dos olhos dos criadores de crocodilianos é a exploração da pele, cujos valores variam de dois a dez dólares por centímetro quadrado, dependendo da espécie (Azevedo, 2003; Verdade, 1997). As peles dos jacarés sul-americanos atingem, porém, menor valor que as de crocodilos (Sarkis-Gonçalves *et al.*, 2005).

Entre os répteis mineiros com potencial biotecnológico, o leque de opções pode ser bastante amplo, mas as atenções certamente estão voltadas principalmente para as serpentes consideradas peçonhentas, em decorrência das inúmeras possibilidades de aplicação de seus venenos. Os venenos das famílias Elapidae e Viperidae são, portanto, os de maior interesse. Desses, as jararacas (*Bothrops* spp.) e cascavéis (*Crotalus durissus*) são os viperídeos de mais fácil obtenção devido ao fato de serem bem mais comuns e de manejo relativamente simples em cativeiro. Uma das mais importantes contribuições biotecnológicas obtidas a partir do veneno da jararaca (*Bothrops jararaca*) coube a um brasileiro e ocorreu há mais de 50 anos. Trata-se da descoberta da bradiginina, forte agente hipotensor, feita por Maurício da Rocha e Silva (1910-1983). Essa descoberta possibilitou o tratamento experimental da hipertensão arterial, desenvolvido por John Vane, que culminou com a produção, por um conglomerado de multinacionais farmacêuticas, do Captopril, remédio mais usado no mundo para tratar pressão alta e que rende a essas indústrias um faturamento de dez bilhões de dólares por ano (Camargo, 2000). Outro grupo de pesquisadores das universidades estaduais paulistas de Botucatu e Araraquara, no Estado de São Paulo, descobriu que fibrinogênio do plasma de boi, juntamente com trombina de veneno crotálico, forma uma “cola biológica” que pode substituir os pontos cirúrgicos com inúmeras vantagens: não deixa marcas dos pontos, diminui as chances de hemorragias, permite cicatrização mais rápida, diminui a duração total da cirurgia e é mais barato que as outras colas biológicas comerciais (Iizuka, 1997). Além dessas, várias outras aplicações dos venenos de serpentes têm sido estudadas, como no controle da hemostase primária através das funções plaquetárias (Lima-Verde, 1994), toxinas que impedem a adesão celular e têm potencial para o tratamento de metástases e outras. Essas toxinas têm ação analgésica 600 vezes superior à morfina, além de infinitas possibilidades aguardando novas pesquisas.

Justificativas meramente econômicas podem estimular a crença geral de que iniciativas de conservação bem sucedidas não derivam do que os conservacionistas julgam ser correto, mas



principalmente porque trazem algum benefício a populações humanas locais (Pough *et al.*, 2004). Entretanto, todas as espécies desempenham algum papel em seus respectivos ambientes e muitos desses papéis são frutos de interações entre as diferentes espécies. Portanto, essas interações são fundamentais para os chamados serviços ecológicos prestados por esses ambientes. Como o ser humano também faz parte do ambiente, depende de todas essas espécies para sobreviver em seu habitat e usufruir de seus serviços (e.g., porcentagem de oxigênio dissolvido no ar, temperatura, umidade relativa do ar, disponibilidade de água etc.). Assim, mais importante que preservar espécies seria preservar as demais interações entre elas e delas com outras espécies, a chamada biodiversidade interativa (Del-Claro & Torezan-Silingardi, 2006). Sob este ponto de vista, conservação e benefício da espécie humana não ficam mais desvinculados, nem dependentes de justificativas econômicas, e se ganha mais um reforço para a idéia de que preservar o habitat é mais vantajoso que preservar espécies isoladamente. Independente de a espécie ter apelo econômico ou não, se seu habitat for preservado, suas chances de sobrevivência aumentam.

## Estado de Conservação

Um dos desafios centrais nos estudos atuais da biodiversidade é fornecer dados e interpretações científicas de qualidade, no prazo requerido pelo rápido avanço da perda de qualidade e quantidade de habitats naturais ao redor do globo (Brooks *et al.*, 2004). Tal desafio é ainda maior em regiões com alta riqueza de espécies e ainda pouco estudadas, como a região neotropical, a menos conhecida em termos zoológicos em todo o globo. Ainda mais crítica é a situação em *hotspots* de biodiversidade (Brooks *et al.*, 2002), dois dos quais estão representados por extensas áreas no Estado de Minas Gerais. É provável que muitas espécies recentemente descritas, ou mesmo formas ainda não conhecidas pela ciência, já venham sofrendo graves impactos pelo avanço do desmatamento nestas duas regiões.

Uma das estratégias principais para reverter este quadro é a criação de um sistema eficiente e representativo de áreas protegidas. Esta estratégia é a mais eficaz para conter a principal ameaça à fauna do Estado: a destruição de habitats (Bruner *et al.*, 2001). No entanto, um sistema de reservas eficiente só pode ser criado e mantido se embasado com pesquisa e dados de qualidade sobre ocorrência de alvos de conservação, evitando a criação de áreas redundantes, e que, portanto, podem deixar de proteger

as áreas mais importantes do ponto de vista ecológico e evolutivo (Margules *et al.*, 2002). Deste modo, é fundamental conhecer a distribuição de espécies, favorecendo com isso a manutenção de processos ecológicos fundamentais ao próprio bem estar humano (Brooks *et al.*, 2004).

As duas décadas mais recentes viram um avanço global no sentido de prover melhores métodos e reunir melhores dados para estratégias de priorização de áreas para a conservação (Brooks *et al.*, 2004). Acompanhando esta tendência, no Brasil, estratégias de mapeamento e detecção de áreas prioritárias para a conservação, baseadas em dados biológicos, tiveram um avanço significativo nas décadas recentes (MMA, 2002). Acoplado a este avanço, recentemente têm sido adotados critérios mais objetivos e padronizados para avaliar as ameaças a espécies no Brasil, segundo os critérios sugeridos pela IUCN (2001). Da mesma forma, metodologias mais objetivas e padronizadas, tais como técnicas de planejamento sistemático para a conservação (Margules & Pressey, 2000), foram adotadas pela primeira vez no Brasil na revisão das áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade brasileira (MMA, 2007). No Estado de Minas Gerais, um extensivo mapeamento de espécies ameaçadas apontou pela primeira vez um conjunto de áreas prioritárias para a conservação (Drummond *et al.*, 2005).

De modo geral, as estratégias de planejamento de conservação no Brasil são ainda recentes, e tendem a considerar apenas as espécies ameaçadas na priorização de áreas. Diante do grande número de espécies nunca avaliadas, deficientes em dados ou classificadas como quase ameaçadas, é de se esperar um aumento considerável no número de espécies ameaçadas de répteis em Minas Gerais, principalmente nas regiões de Cerrado e Mata Atlântica, demonstrando que o número atual de espécies ameaçadas e, portanto, de áreas críticas, é ainda subestimado. No entanto, para se antecipar ao quase certo aumento nas listas de espécies ameaçadas, estratégias de conservação devem desde já reunir e incorporar dados de espécies com distribuição restrita, um dos critérios relevantes na seleção de espécies-alvo para o mapeamento de áreas chaves de biodiversidade (Eken *et al.*, 2004). A ênfase em espécies de distribuição restrita é justificada, pois estes conjuntos de espécies são os melhores indicadores de padrões biogeográficos e potenciais centros de endemismo e especiação (e.g., Rodrigues 1991a; b; c; d), evidenciando regiões e localidades de alta singularidade para estratégias de planejamento de conservação (Eken *et al.*, 2004; Whittaker *et al.*, 2005). Regiões com alta taxa de endemismo, e suas espécies exclusivas, dependem de ações localizadas de conservação para direcionar de modo acurado e eficaz as iniciativas de priorização

dos poucos recursos disponíveis para a conservação da biodiversidade (Myers *et al.*, 2000). Além disso, espécies com distribuição restrita são detetáveis de modo relativamente simples e objetivo (a partir da compilação direta dos dados disponíveis sobre distribuição e taxonomia), e são também intrinsecamente susceptíveis a impactos, mesmo aqueles de escala mais reduzida (Gaston, 1998).

Por ser majoritariamente composto por espécies com tamanho corpóreo relativamente pequeno, baixa capacidade de dispersão e alta fidelidade a habitats e micro-habitats específicos, os répteis têm sido objeto de importantes contribuições à biologia evolutiva, biogeografia e ecologia de comunidades (Cadle & Greene, 1993; Losos, 2001; Pianka & Vitt, 2003; Vanzolini & Williams, 1970). Pelas mesmas razões, supõe-se que o grupo dos répteis abrigue um número relativamente elevado de espécies com distribuição restrita ou localizada. Este conjunto de informações sobre distribuição e evolução de comunidades gera subsídios para melhor compreensão de padrões e processos associados ao surgimento e manutenção da biodiversidade neotropical. Estes padrões e processos evolutivos são, em última análise, aquilo que deve ser conservado das regiões naturais (Rodrigues, 2005). Desta maneira, porções do território mineiro que abrigam prováveis endemismos (e.g., *Rhachisaurus brachilepis*, *Stenocercus tricristatus*, *Placosoma cipoense*, *Phalotris concolor*, entre outras espécies), podem representar regiões únicas para a biodiversidade global, testemunhando eventos e processos evolutivos únicos, que temos a obrigação de conhecer e conservar.

## **Infraestrutura e Recursos Humanos**

### **Pesquisadores e coleções de Répteis no Estado de Minas Gerais**

Fazer o levantamento de todos os pesquisadores que estudam répteis em Minas Gerais não é tarefa simples. Não existe um catálogo com todos os herpetólogos atuantes no Estado, o que aumenta o risco de injustiça ao listar nomes a partir de fontes diversas e incompletas. Assim, buscando produzir a relação mais completa possível, foram consultadas as seguintes fontes: questionário distribuído pela Fundação Biodiversitas a pesquisadores presentes numa pré-lista; Cadastro de Herpetólogos organizado e mantido pela Sociedade Brasileira de Herpetologia (disponível para sócios em [www.sbherpetologia.org.br/](http://www.sbherpetologia.org.br/)); relação de colaboradores da “Revisão das Listas das Espécies da Flora e da

Fauna Ameaçadas de Extinção do Estado de Minas Gerais”, realizado pela Fundação Biodiversitas e pelo Governo do Estado de Minas Gerais (disponível em [www.biodiversitas.org.br/listasmg/](http://www.biodiversitas.org.br/listasmg/)); base de currículos da Plataforma Lattes, mantida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (disponível em <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/index.jsp>); curadores das coleções mineiras que possuem acervos de répteis; curadores de coleções não mineiras que encerram expressivo material oriundo de Minas Gerais; estudantes de mestrado ou doutorado cujo tema de tese envolve, de alguma forma, o estudo de répteis de Minas Gerais; professores que orientam os estudantes citados; autores de publicações recentes (últimos dez anos) que envolvem, de alguma forma, o estudo de répteis de Minas Gerais.

Pelos métodos e critérios citados, foi levantado um conjunto de 52 pesquisadores, dos quais 23 são residentes no Estado e 29 são de outras unidades da federação. Focando apenas os que residem em Minas Gerais, vemos que 12 provêm de instituições federais de ensino superior (seis como professores concursados, seis como alunos); três são de instituições particulares de ensino superior; dois são de órgãos ambientais federais; outros dois são de empresas privadas; um é de ONG de cunho ambientalista; outro é de órgão de saúde do Estado; outro mais é de órgão ambiental municipal; e o último é autônomo. A maioria dos pesquisadores que trabalha com répteis está em Belo Horizonte (oito nomes), mas há também esforço significativo em Ouro Preto e Viçosa (quatro em cada).

Entre os pesquisadores de fora de Minas Gerais, a grande maioria aparece vinculada a instituições de ensino superior e/ou instituições de pesquisa com tradição em herpetologia. Dez são ligados a instituições do Estado de São Paulo, nove do Estado do Rio de Janeiro, cinco de Brasília, e os demais se dividem entre entidades de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná.

Segue lista alfabética de todos, com as respectivas instituições e cidade de origem:

- 1) Adriano Lima Silveira (MNRJ, Rio de Janeiro);
- 2) Alexandre de Assis Hudson (ICMBio, Juiz de Fora);
- 3) Aníbal Rafael Melgarejo Gimenez (IVB, Niterói);
- 4) Bernadete Maria de Sousa (UFJF, Juiz de Fora);
- 5) Bruno Vergueiro Silva Pimenta (UFMG, Belo Horizonte);
- 6) Carlos Frederico Duarte da Rocha (UERJ, Rio de Janeiro);

- 7) Conrado Aleksander Barbosa Galdino (PUC-Minas, Betim);
- 8) Cristiano de Campos Nogueira (CI, Brasília);
- 9) Davor Vrcibradic (UERJ, Rio de Janeiro);
- 10) Diego José Santana Silva (UFV, Viçosa);
- 11) Francisco Luís Franco (IBSP, São Paulo);
- 12) Frederico Gustavo Rodrigues França (UnB, Brasília);
- 13) Giselle Agostini Cotta (FUNED, Belo Horizonte);
- 14) Gláucia Moreira Drummond (Biodiversitas, Belo Horizonte);
- 15) Guarino Rinaldi Colli (UnB, Brasília);
- 16) Henrique Caldeira Costa (UFV, Viçosa);
- 17) Humberto Espírito Santo de Mello (FZB, Belo Horizonte);
- 18) Hussam El Dine Zaher (MZUSP, São Paulo);
- 19) Iara Alves Novelli (Unilavras, Lavras);
- 20) Jaime Bertoluci (ESALQ-USP, Piracicaba);
- 21) José Cassimiro da Silva Jr. (IB-USP, São Paulo);
- 22) Julio Cesar de Moura-Leite (MHNCI, Curitiba);
- 23) Letícia de Matos Gonçalves (UFOP, Ouro Preto);
- 24) Luciana Barreto Nascimento (PUC-Minas, Belo Horizonte);
- 25) Luciano Martins Verdade (ESALQ-USP, Piracicaba);
- 26) Mara Cíntia Kiefer (UERJ, Rio de Janeiro);
- 27) Márcio Roberto Costa Martins (IB-USP, São Paulo);
- 28) Marcos Eduardo Coutinho (RAN-ICMBio, Lagoa Santa);
- 29) Maria Rita Silvério Pires (UFOP, Ouro Preto);
- 30) Mariana Rodrigues Oliveira de Figueiredo (UFOP, Ouro Preto);
- 31) Miguel Trefaut Urbano Rodrigues (IB-USP, São Paulo);
- 32) Monique Van Sluys (UERJ, Rio de Janeiro);
- 33) Otávio Augusto Vuolo Marques (IBSP, São Paulo);
- 34) Paula Hanna Valdujo (Pequi, Brasília);
- 35) Paulo Roberto Manzani (Unicamp, Campinas);
- 36) Renato Filogonio (autônomo, Belo Horizonte);
- 37) Renato Neves Feio (UFV, Viçosa);
- 38) Renato Silveira Bérnils (MN RJ, Rio de Janeiro);

- 39) Renato Sousa Recoder (IB-USP, São Paulo);
- 40) Reuber Albuquerque Brandão (UnB, Brasília);
- 41) Ronaldo Fernandes (MNRJ, Rio de Janeiro);
- 42) Sérgio Augusto Abrahão Morato (UTP, Curitiba);
- 43) Tarní Mott (UFMT, Cuiabá);
- 44) Tiago de Oliveira Lima (Criadouro Planeta Jibóia, Belo Horizonte);
- 45) Ulisses Caramaschi (MNRJ, Rio de Janeiro);
- 46) Vanda Lúcia Ferreira (UFMS, Campo Grande);
- 47) Vera Lúcia de Campos Brites (UFU, Uberlândia);
- 48) Vinícius Barbosa de Assis (Solar da Lagoa Ltda, Belo Horizonte);
- 49) Vinícius Xavier da Silva (Unifal, Alfenas);
- 50) Virgínia Duarte de Lucena (UFOP, Ouro Preto);
- 51) Vítor Dias Fernandes (UFV, Viçosa);
- 52) Willian Vaz-Silva (Uni-Anhangüera, Goiânia).

Para inventariar coleções científicas em Minas Gerais que encerrem material relevante de répteis, foram considerados apenas os acervos de maior porte, que apresentam material conservado (via úmida ou seca) em boa qualidade, com espécimes etiquetados, separados em recipientes rotulados, com livro de tombo manuscrito e/ou eletrônico, e pessoal técnico responsável por sua manutenção, contratado pela instituição. Pequenas coleções didáticas existentes em diversas instituições de ensino superior e médio, ao longo de todo o Estado, não são referidas na presente avaliação.

Questionários padronizados foram enviados a todos os curadores das coleções mineiras já conhecidas, que também foram consultados pessoalmente, e se investigou a existência de outros acervos herpetológicos no Estado. Adicionalmente, foi consultado o banco de dados do Cadastro das Coleções Zoológicas do Brasil, mantido pelo CRIA (Centro de Referência em Informação Ambiental, [www.cria.org.br/zoo/lista](http://www.cria.org.br/zoo/lista)) e as informações disponíveis em Prudente (2003). Para investigação de coleções de outros Estados que contenham material expressivo oriundo de Minas Gerais, empregaram-se os mesmos métodos e critérios.

Somente oito acervos, nos limites do Estado, apresentaram as condições referidas. Ao todo, esses acervos reúnem menos de 15 mil répteis catalogados ou a tombar, número inexpressivo em função

do tamanho do Estado e de sua diversidade ambiental, assim como em face de Minas Gerais contar com mais de 220 espécies registradas de répteis. A título de comparação, apenas as duas maiores coleções de répteis do Rio Grande do Sul somam 35 mil répteis tombados, num Estado cuja fauna de répteis não ultrapassa 120 espécies (cf. Bérnils *et al.*, 2007).

As oito coleções levantadas em Minas Gerais pertencem às seguintes instituições, relacionadas em ordem decrescente do tamanho de seus acervos:

- Fundação Ezequiel Dias (FUNED), Belo Horizonte – cerca de 3.400 serpentes e um pequeno acervo com poucas dezenas de lagartos e anfisbêneas; sob a responsabilidade da bióloga, Mestre em Zoologia de Vertebrados, Giselle Agostini Cotta.
- Museu de Ciências Naturais, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (MCNR), Belo Horizonte – cerca de 3.000 répteis de todos os grupos, com certo equilíbrio entre lagartos e serpentes; sob a responsabilidade da bióloga, Doutora em Zoologia, Luciana Barreto Nascimento.
- Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia – cerca de 3.000 répteis de todos os grupos, em sua maioria serpentes; sob a responsabilidade da bióloga, Doutora em Ecologia, Vera Lúcia de Campos Brites.
- Museu de Zoologia João Moojen, Universidade Federal de Viçosa (MZUFV), Viçosa – cerca de 1.500 répteis de todos os grupos, em sua maioria serpentes; sob a responsabilidade do biólogo, Doutor em Zoologia, Renato Neves Feio.
- Coleção Herpetológica do Laboratório de Zoologia dos Vertebrados (LZV), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – cerca de 900 répteis de todos os grupos, em sua maioria serpentes; sob a responsabilidade da bióloga, Doutora em Zoologia, Maria Rita Silvério Pires.
- Coleção Herpetológica do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais (DZ-UFMG), Belo Horizonte – cerca de 700 répteis de todos os grupos, em sua maioria serpentes; sob a responsabilidade do biólogo, Doutor em Zoologia, Bruno Vergueiro Silva Pimenta.
- Coleção Herpetológica da Universidade Federal de Juiz de Fora (CHUFJF), Juiz de Fora – cerca de 600 répteis de todos os grupos, em sua maioria lagartos; sob a responsabilidade da bióloga, Doutora em Biologia Animal, Bernadete Maria de Sousa.
- Laboratório e Museu de Zoologia da Universidade Federal de Alfenas (LMZ), Alfenas – cerca de 600 répteis de todos os grupos, em sua maioria serpentes; sob a responsabilidade do biólogo, Doutor em Zoologia, Vinícius Xavier da Silva.

Entre as coleções não mineiras que encerram expressivo material de répteis coletado em Minas Gerais, destacam-se sete acervos: Coleção Herpetológica Alphonse Richard Hoge, do Instituto Butantan (IBSP, São Paulo); Museu Nacional do Rio de Janeiro, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ, Rio de Janeiro); Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP, São Paulo); Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (ZUEC, Campinas); Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília (CHUNB, Brasília); Museu de História Natural Capão da Imbuia, da Prefeitura Municipal de Curitiba (MHNCI, Curitiba); e Coleção de Herpetologia do Centro de Estudos e Pesquisas Biológicas da Universidade Católica de Goiás (CEPB-UCG, Goiânia). Não é possível quantificar quantos exemplares de répteis oriundos de Minas Gerais estão depositados nessas coleções, até porque este não é um dos propósitos do presente diagnóstico, mas dados preliminares indicam que a soma de espécimes mineiros dessas sete coleções ultrapassa significativamente o volume obtido na soma das coleções de répteis sediadas em Minas Gerais, citadas nos parágrafos anteriores.

## **Prioridade e Perspectiva**

### **Prioridades para melhorar o nível de conhecimento sobre Répteis no Estado**

Os questionários sobre prioridades na aplicação de recursos e principais linhas de investigação, distribuídos pela Fundação Biodiversitas a mais de 50 pesquisadores de répteis, do Estado e de fora deste, não tiveram grande retorno. Contudo, as respostas obtidas foram convergentes em diversos tópicos e concordaram com as discussões mantidas informalmente entre os responsáveis pelo presente diagnóstico e colegas herpetólogos atuantes em Minas Gerais.

Basicamente, os resultados demonstraram grande preocupação sobre quatro grandes itens: 1) realização de investigações de campo (inventários e levantamentos faunísticos); 2) guarda e acondicionamento adequados de material biológico em coleções científicas; 3) preparação e estabilização de pessoal técnico para estudar o material em questão; e 4) divulgação das pesquisas produzidas.

Para realização do item 1 ficou patente a carência de investimento nas áreas prioritárias ou com pouca informação sobre répteis no Estado; gastos com diárias e passagens aéreas ou terrestres



não foram priorizados, mas em 72,5% dos questionários respondidos houve ênfase na necessidade de auxílio para gastos com combustíveis automotores e aluguel de veículos – que certamente são imprescindíveis em estudos de campo em território tão vasto quanto o de Minas Gerais.

A guarda e o condicionamento adequados do material biológico já existente em coleções mineiras, assim como de material que venha a ser obtido nos inventários e levantamentos citados anteriormente (item 3, envolvendo “infraestrutura” e “material permanente”), foi considerada de importância intermediária pelos que responderam aos questionários. Embora isso pareça em desacordo com os resultados dos questionários voltados exclusivamente às coleções, tem explicação no perfil de boa parte das pessoas que responderam às questões de répteis: pesquisadores de grandes instituições não mineiras (não preocupados com a manutenção dos acervos existentes no Estado) e pesquisadores com forte ligação com estudos de ecologia e comportamento (que pouco ou nada dependem de coleções zoológicas). Numa seqüência lógica de eventos, contudo, qualquer incremento amostral significativo para répteis, em Minas Gerais, representará necessidade de investimento em ampliação e fortalecimento infraestrutural das coleções existentes, sem o qual o material obtido corre o risco de se perder ou de ser encaminhado a instituições de outros Estados, como ainda acontece atualmente.

O item 2 ganhou grande e justa atenção entre os colaboradores que responderam aos questionários. O desenvolvimento recente da herpetologia em Minas Gerais tem assistido a um sangramento de profissionais com grande potencial científico (em especial voltado à taxonomia) para instituições de ensino e pesquisa de Rio de Janeiro, São Paulo, Campinas, Brasília e Goiânia, entre outras. O típico quadro atual apresenta estudantes que, por falta de opção no Estado, recorrem a outros centros para obter titulação acadêmica; muitos deles acabam não retornando a Minas Gerais, novamente por falta de espaço no mercado profissional. Assim, os temas “capacitação técnica” e “recursos humanos” tiveram, respectivamente, 15,5% e 13,5% das respostas de “prioridade alta” nos questionários.

A maior parte (45,5%) dos questionários considerou relevante investir em publicações (item 4), através da produção de livros, guias, catálogos, periódicos e outros materiais impressos voltados tanto à comunidade científica quanto à população leiga ou semileiga. Contudo, entre os recursos prioritários, este item ficou em posição intermediária, abaixo das preocupações com atividades de campo e de capacitação e fixação de pessoal técnico.

No tocante às principais linhas de investigação com répteis, houve equilíbrio, nos questionários, entre as quatro atividades consideradas prioritárias para Minas Gerais: 1) estudos de distribuição geográfica; 2) inventários faunísticos; 3) pesquisas objetivando conservação; e 4) estudos centrados em sistemática e filogenia. Num segundo patamar foram valorizadas: taxonomia convencional, bioprospecção e filogeografia. Como foi baixo o número total de questionários que atenderam a este tópico (apenas 13 pesquisadores responderam), determinadas linhas de pesquisa consideradas intimamente relacionadas ou até interdependentes apareceram em desarmonia nos resultados. Contudo, a aplicação de bom-senso na interpretação das respostas e o cuidadoso cruzamento de dados permitem ranquear os itens avaliados.

Alicerçado nas prioridades discutidas no questionário de aplicação de recursos, é coerente elencar como de importância maior, entre as linhas de investigação para répteis, a realização de inventários. Não será possível conhecer a diversidade de répteis do Estado se não forem feitos bons levantamentos em toda sua extensão. Paralelamente, é importante investir em estudos de taxonomia e sistemática, pois também não haverá como avaliar a diversidade de Minas Gerais se o reconhecimento das unidades taxonômicas e de seu parentesco filogenético não for possível. De forma concomitante, deverão se desenrolar pesquisas de distribuição geográfica, cujas conclusões interagem com o avanço do conhecimento proporcionado pelos inventários e pelas investigações taxonômicas. Os estudos de conservação somente poderão se fundamentar em posse dos dados dessas frentes parelhas, de forma que não faz sentido colocar esse item à frente dos demais. Por fim, e novamente na esteira das produções dos estudos basais, haverá informação disponível também para a plena realização das frentes de pesquisa filogeográfica, genética, molecular, bioprospectiva etc.

## Referências Bibliográficas

- Adler, K. 1989. *Contributions to the History of Herpetology*. Oxford, EUA: Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 202p.
- Adler, K. 2007. *Contributions to the History of Herpetology*. Volume 2. Saint Louis: Society for the Study of Amphibians and Reptiles. 389p.
- Araújo, A.F.B. & G.R. Colli. 1999. Biodiversidade do Cerrado: Herpetofauna, p.1-25. In: *Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal*. Brasília: Funatura, CI Brasil, Biodiversitas & UnB.
- Araújo, F.A.A., M. Santalúcia & R.F. Cabral. 2003. Epidemiologia dos acidentes por animais peçonhentos, p. 6-12. In: J.L.C. Cardoso, F.O.S. França, F.H. Wen, C.M.S. Málaque & V. Haddad Jr. *Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes*. São Paulo: Sarvier.
- Assis, V.B. 1999. Introdução às serpentes da “Serra do Cipó” (municípios de Santana do Riacho e Jaboticatubas). *Bios, Belo Horizonte* 7(7):69-71.
- Azevedo, J.C.N. 2003. *Crocodylianos: biologia, manejo e conservação*. João Pessoa: Arpoador. 122p.

- Bartlett, R.D. & P.B. Bartlett. 1997. *Anoles, basilisks, and water dragons: a complete pet care manual*. Hauppauge: Barron's. 96p.
- Bérnills, R.S. 2003. Répteis da Floresta Atlântica, p.150-173. In: C.R. Fernandes (org.). *Floresta Atlântica - Reserva da Biosfera*. Curitiba: Carlos Renato Fernandes Ed.
- Bérnills, R.S. 2007. Evolução e história (em números) da taxonomia de répteis no Brasil. 3<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Herpetologia. *Livro de Resumos*. Belém: Sociedade Brasileira de Herpetologia.
- Bérnills, R. S., A.R. Giraud, S. Carreira & S.Z. Cechin. 2007. Répteis das porções subtropical e temperada da Região Neotropical. *Ciência & Ambiente* 35:101-136.
- Brooks, T., G.A.B. Fonseca & A.S.L. Rodrigues. 2004. Species, data, and conservation planning. *Conservation Biology* 18:1682-1688.
- Brooks, T.M., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca, A.B. Rylands, W.R. Konstant, P. Flick, J. Pilgrim, S. Oldfield, G. Magin & C. Hilton-Taylor. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16:909-923.
- Bruner, A.G., R.E. Gullison, R.E. Rice & G.A.B. Fonseca. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science* 291:125-128.
- Cabrera, A.L. & A. Willink. 1973. *Biogeografia de América Latina*. Washington: Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico e Tecnológico. Monogr. 13. 118p.
- Cadle, J.E. & H.W. Greene. 1993. Phylogenetic patterns, biogeography, and the ecological structure of neotropical snake assemblages, p.281-293. In: R.E. Ricklefs & D. Schluter (ed.). *Species Diversity in Ecological Communities, Historical and Geographical Perspectives*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Camargo, A.C.M. 2000. Serpentes e indústria farmacêutica: como mostra o Butantan, venenos podem originar medicamentos. *Pesquisa FAPESP*, agosto 2000:7.
- Camargo, A. C. M. 6-12 set. 1999. Hipertensão: Rocha e Silva e os 50 anos da descoberta da bradicinina. *Jornal da USP*. São Paulo, n. 485, p. 12, col. 1-5.
- Cassimiro, J. 2003. Geographic distribution, *Tantilla boipiranga* (NCN). *Herpetological Review* 34(3):390.
- Cassimiro, J., V. Xavier & J. Bertoluci. 2006. Geographic distribution, *Anolis fuscoauratus* (Papa-vento da Amazônia; Amazon Slender Anole). *Herpetological Review* 37(4):493.
- Coborn, J. 1994. *Guia completa de los reptiles*. Barcelona: Editorial Hispánica Europea. 256p.
- Colli, G.R. 2005. As origens e a diversificação da herpetofauna do Cerrado, p.247-264. In: A. Scariot, J.C. Souza-Silva & J.M. Felfili (ed.). Capítulo 14. *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Costa, G.C., C.C. Nogueira, R.B. Machado & G.R. Colli. 2007. Squamate richness in the Brazilian Cerrado and its environmental-climatic associations. *Diversity and Distributions* 13:714-724.
- Costa, H.C., V.D. Fernandes, D. Vrcibradic & R.N. Feio. 2008. Reptilia, Scincidae, *Mabuya frenata*: Distribution extension. *Check List* 4(1):86-88.
- Crispino, L., V.B. Bastos & P.M. Toledo. 2006. *As origens do Museu Paraense Emílio Goeldi - aspectos históricos e iconográficos*. Belém: Paka-Tatu. 412p.
- Del-Claro, K. & H.M. Torezan-Silingardi. 2006. Comportamento animal, interações ecológicas e conservação, p.399-410. In: C.F.D. Rocha, H.G. Bergallo, M.V. Sluys & M.A.S. Alves (ed.). *Biologia da conservação: essências*. São Carlos: RiMa.
- Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A.L. Webster, S.A. Primm, M.P. Bookbinder & G. Ledec. 1995. *A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. Washington: WWF-World Bank, 129p.
- Deliberação COPAM
- Drummond, G.M., C.S. Matins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini. 2005. Biodiversitas. 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 225p.
- Eken, G., L. Bennun, T.M. Brooks, W. Darwall, L.D.C. Fishpool, M. Foster, D. Knox, P. Langhammer, P. Matiku, E. Radford, P. Salaman, W. Sechrest, M.L. Smith, S. Spector & A. Tordoff. 2004. Key biodiversity areas as site conservation targets. *Bioscience* 54:1110-1118.
- Eterovic, A. & M.R. Duarte. 2002. Exotic snakes in São Paulo city, southeastern Brazil: why xenophobia? *Biodiversity and Conservation* 11(2):329-341.
- Evers Jr., P.R., A.L. Silveira & D.S. Lima-Filho. 2006. Geographic distribution: *Amphisbaena dubia*. *Herpetological Review* 37(2):240.
- Faria, R.G. & V.L.C. Brites. 2003. Aspectos taxonômicos e ecológicos de *Bothrops moojeni* Hoge, 1966 (Serpentes, Crotalinae) do Triângulo e Alto Paranaíba, Minas Gerais, Brasil. *Biologia Geral e Experimental* 3(2):25-32.
- Feio, R. N. & U. Caramaschi. 2002. Contribuição ao conhecimento da herpetofauna do nordeste do estado de Minas Gerais, Brasil. *Phyllomedusa* 1(2):105-111.

- Ferrarezzi, H., F.E. Barbo & C.E. Albuquerque. 2005. Phylogenetic relationships of a new species of *Apostolepis* from Brazilian Cerrado with notes on the *assimilis* group (Serpentes: Colubridae: Xenodontinae: Elapomorphini). *Papéis Avulsos de Zoologia* 45(16):215-229.
- Fitch, H.S., R.W. Henderson & D.M. Hillis. 1982. Exploitation of iguanas in Central America, p.397-417. In: G.M. Burghardt & A.S. Rand (ed.). *Iguanas of the world*. Park Ridge: Noyes Publications.
- Fitzgerald, L.A. 1994. *Tupinambis* lizards and people: a sustainable use approach to conservation and development. *Conservation Biology* 8:12-16.
- Furtado, M.F. 2007. Aspectos sistemáticos e biológicos que atuam na diversidade da composição de venenos em serpentes peçonhentas brasileiras, p.183-200. In: L.B. Nascimento & M.E. Oliveira (ed.). *Herpetologia no Brasil II*. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia.
- Gaston, K.J. 1998. Rarity as double jeopardy. *Nature* 394:229-230.
- Iizuka, R. 1997. Veneno de cobra e sangue de boi viram “cola biológica”. *Folha de S. Paulo*. São Paulo, ano 77, 27 abr., n. 24.861, p. 5-14. col. 1-5.
- Instituto Brasileira de Geografia e Estatística – IBGE. 1977. *Região Sudeste*. Vol. 3, Coleção Geografia do Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 667p.
- International Union for Conservation of Nature – IUCN. 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria* - version 3.1. Gland: IUCN, The World Conservation Union.
- Klink, C.A. & R.B. Machado. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19:707-713.
- Lima-Verde, J.S. 1994. Por que não matar as nossas cobras, p.92-101. In: L.B. Nascimento, A.T. Bernardes & G.A. Cotta (ed.). *Herpetologia no Brasil I*. Belo Horizonte: PUCMG, Fundação Biodiversitas & Fundação Ezequiel Dias.
- Löschner, R. & B. Kirschstein-Gamber. 2001. *Legado do Príncipe Maximiliano de Wied-Neuwied*. Catálogo, Volume II. Petrópolis: Kapa Editorial. 217p.
- Losos, J.B. 2001. Evolution: a lizard’s tale. *Scientific American* March 2001:64-69.
- Margules, C.R. & R.L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405:243-253.
- Margules, C.R., R.L. Pressey & P.H. Williams. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Bioscience* 27:309-326.
- Marques, O.A.V., M. Martins & I. Sazima. 2002. A new insular species of pitvipers from Brazil, with comments on evolutionary and conservation of the *Bothrops jararaca* group. *Herpetologica* 58(3):303-312.
- Mattison, C. 1995. *The care of reptiles and amphibians in captivity*. 3ª ed. New York: Blandford. 317p.
- Mello-Leitão, C. 1934. *Visitantes do Primeiro Império*. Biblioteca Pedagógica Brasileira, série 5, Vol. 32. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 251p.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2002. *Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2007. *Áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade no Cerrado e Pantanal*. Brasília: MMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idConteudo=5454>. Acesso em: maio de 2008.
- Morrone, J.J. 2001. *Biogeografia de América Latine y el Caribe*. Manuales & Tesis 3. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa. 148p.
- Müller, P. 1973. *The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm*. The Hague: Junk. 244p.
- Myers, G.S. 1945. A natural habitat of the house gecko (*Hemidactylus mabouia*) in Brazil. *Copeia* 1945(2):120.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853-858.
- Nogueira, C.C., P.H. Valdujo & F.G.R. França. 2005. Habitat variation and lizard diversity in a Cerrado area of Central Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 40(2):105-112.
- Nogueira, C.C. 2006. Diversidade e padrões de distribuição da fauna de lagartos do Cerrado. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Departamento de Ecologia. 295p.
- Nogueira, C.C., G.R. Colli & M. Martins. *no prelo*. Local richness and distribution of the lizard fauna in natural habitat mosaics of the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology*.
- Nogueira, C.C. & G.R. Colli. *em prep.* Cerrado Squamate Reptiles: revised point-locality compilations and new insights on species richness, endemism and conservation in a Neotropical savanna Hotspot.

- Ocana, G., I. Rubinoff, N. Smythe & D. Werner. 1997. Alternativas à destruição: pesquisa no Panamá. p.474-482. In: E.O. Wilson, F.M. Peter & C.G. Penna (ed.). *Biodiversidade*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira.
- Paixão, L.P. 1995. Cátedra e Hegemonia da Prática Docente na Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos* 76(182/183):200-239.
- Passos, P., R. Fernandes & N. Zanella. 2005. A new species of *Atractus* (Serpentes: Colubridae) from Southern Brazil. *Herpetologica* 61(2):209-218.
- Papavero, N. 1971. *Essays on the history of Neotropical Dipterology, with special reference to collectors (1750-1905)*. 2 Volumes. São Paulo: Museu de Zoologia. 446p.
- Papavero, N. & D.M. Teixeira. 2001. Os viajantes e a biogeografia. *História, Ciências, Saúde* 8(supl.):1015-1037.
- Pereira, J.E.D. 2000. Relações de poder no interior do Campo Universitário e as licenciaturas. *Cadernos de Pesquisa, Belo Horizonte* 111:183-201.
- Pereira, P. 1997. À margem da lei: brasileiros lucram com venda de veneno de cobra. *O Estado de São Paulo*. São Paulo, 29 jun., p. A32, col. 1-6.
- Peters, J.A. & B. Orejas-Miranda. 1970. *Catalogue of the Neotropical Squamata*. Part I. Snakes. U. S. Natural Museum Bulletin, n. 297. 347p.
- Peters, J.A. & R. Donoso-Barros. 1970. *Catalogue of the Neotropical Squamata*. Part II. Lizards and Amphisbaenians. U. S. Natural Museum Bulletin, n. 297. 293p.
- Pianka, E.R. & L.J. Vitt. 2003. *Lizards: Windows to the Evolution of Diversity*. Berkeley: University of California Press.
- Pough, F.H., R.M. Andrews, J.E. Cadle, M.L. Crump, A.H. Savitzky & K.D. Wells. 2004. *Herpetology*. 3ª ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall. 726p.
- Prudente, A.L.C. 2003. Diagnóstico das coleções brasileiras de répteis, p.183-198. In: A.L. Peixoto (org.). *Coleções Biológicas de Apoio ao Inventário, Uso Sustentável e Conservação da Biodiversidade*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Prudente, A.L.C. & M.C. Santos-Costa. 2006. A new species of *Atractus* Wagler, 1828 (Serpentes: Colubridae) from Eastern Amazonia, Brazil. *Zootaxa* 1285:21-29.
- Ramirez, E.S. 1968. *As relações entre a Áustria e o Brasil, 1815-1889*. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 260p.
- Ratter, J.A., S. Bridgewater & J.F. Ribeiro. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian Cerrado vegetation. III. Comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Journal of Botany* 60(1):57-109.
- Recoder, R. & C.C. Nogueira. 2007. Composição e diversidade de Répteis Squamata na região sul do Parque Nacional Grande Sertão Veredas, Brasil Central. *Biota Neotropica* 7:267-278.
- Rede Nacional Contra o Tráfico de Animais Silvestres – RENC-TAS. 2006. *O tráfico de animais silvestres*. Disponível em: [http://www.renctas.org.br/pt/trafico/tel\\_renctas.asp](http://www.renctas.org.br/pt/trafico/tel_renctas.asp). Acesso em: setembro de 2008.
- Ribeiro, S.L.B., F.M. D'Agostini & T. Lema. 2004. Geographic distribution: *Uromacerina ricardinii* (Liana Snake). *Herpetological Review* 35(1):85.
- Riedl-Dorn, C. 1999. *Johann Natterer e a Missão Austríaca para o Brasil*. Petrópolis: Ed. Index. 192p.
- Rodrigues, M.T.U. 1991a. Herpetofauna das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. IV. Uma nova espécie de *Typhlops* (Ophidia, Typhlopidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 37:343-346.
- Rodrigues, M.T.U. 1991b. Herpetofauna das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. III. *Procellosaurinus*: Um novo gênero de microteídeos sem pálpebra, com a redefinição do gênero *Gymnophthalmus* (Sauria, Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 37:329-342.
- Rodrigues, M.T.U. 1991c. Herpetofauna das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. II. *Psilophthalmus*: Um novo gênero de microteídeos sem pálpebra (Sauria, Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 37:321-327.
- Rodrigues, M.T.U. 1991d. Herpetofauna das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. I. Introdução à área e descrição de um novo gênero de microteídeos (*Calyptommatius*) com nota sobre sua ecologia, distribuição e especiação (Sauria, Teiidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 37:285-320.
- Rodrigues, M.T.U. 2003. Herpetofauna da Caatinga, p.181-236. In: M. Tabarelli & J.M.C. Silva (ed.). *Biodiversidade, Ecologia e Conservação da Caatinga*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco.
- Rodrigues, M.T.U. 2005. Conservation of Brazilian reptiles: challenges for a megadiverse country. *Conservation Biology* 19:659-664.
- Safford, H.D. 2007. Brazilian Páramos. IV. Phytogeography of the campos de altitude. *Journal of Biogeography* 34(10):1701-1722.
- Sarkis-Gonçalves, F., M.P. Miranda-Vilela, L.A.B. Bassetti & L.M. Verdade. 2005. *Biologia e manejo do jacaré-de-papo-amarelo*. Piracicaba: FEALQ. 71p.

- Silveira, A.L. 2004. Geographic distribution: *Rhachidelus brazili*. *Herpetological Review* 35(4):412.
- Silveira, A.L., E.R. Costa & L.M. Salles. 2004a. Geographic distribution: *Lystrophis nattereri*. *Herpetological Review* 35(4):412.
- Silveira, A.L., M.R.S. Pires & G.A. Cotta. 2004b. Geographic distribution: *Leptotyphlops dimidiatus*. *Herpetological Review* 35(4):411.
- Silveira, A.L. 2008. Geographic distribution: *Thamnodynastes sertanejo*. *Herpetological Review* 39(2):111.
- Sociedade Brasileira de Herpetologia - SBH. 2008. *Brazilian reptiles, List of species*. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/>, São Paulo: Sociedade Brasileira de Herpetologia. Acesso em: abril de 2008.
- Thorbjarnarson, J. & A. Velasco. 1999. Economic incentives for management of Venezuelan Caiman. *Conservation Biology* 13(2):397-406.
- Uetz, P. & J. Hallermann. 2008. *The TIGR Reptile Database*. Disponível em: <http://www.reptile-database.org>, Rockville, EUA: Institute for Genomic Research. Acesso em: abril de 2008.
- Vanzolini, P.E. & E.E. Williams. 1970. South American anoles: the geographic differentiation and evolution of the *Anolis chrysolepis* species group (Sauria, Iguanidae). *Arquivos de Zoologia* 19:1-298.
- Vanzolini, P.E. 1977. *An annotated bibliography of the land and fresh-water reptiles of South America (1758-1975)*. Vol. I (1758-1900). São Paulo: Museu de Zoologia. 186p.
- Vanzolini, P.E. 1978a. *An annotated bibliography of the land and fresh-water reptiles of South America (1758-1975)*. Vol. II (1901-1975). São Paulo: Museu de Zoologia. 316p.
- Vanzolini, P.E. 1978b. On South American *Hemidactylus* (Sauria, Gekkonidae). *Papéis Avulsos de Zoologia* 31(20):307-343.
- Vanzolini, P.E. 1981. The Scientific and Political Contexts of the Bavarian Expedition to
- Brasil. In: K. Adler (ed.). *Herpetology of Brasil, by J. B. von Spix and J. C.*
- Wagler. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- Vanzolini, P.E. 1993. As viagens de Johann Natterer no Brasil, 1817-1835. *Pap. Avuls. Zool.*, 38(3):17-60.
- Vanzolini, P.E. 1996. A contribuição zoológica dos primeiros naturalistas viajantes no Brasil. *Revista USP* 10:190-238.
- Vanzolini, P.E. 2003. A contribution to the ecogeography of the Brazilian Cerrados. *Biologia Geral e Experimental* 4(1):3-10.
- Vanzolini, P.E. 2004. *Episódios da zoologia brasileira*. São Paulo: Hucitec. 212p.
- Verdade, L.M. 1997. Criação de jacaré. *Manual Técnico nº 106*. Viçosa: CPT. 62p.
- Vizotto, L.D. 2003. *Serpentes: lendas, mitos, superstições e crendices*. São Paulo: Plêiade. 240p.
- Whittaker, R., M.B. Araújo, P. Jepson, R.J. Ladle, J.E.M. Watson & K.J. Willis. 2005. Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions* 11:3-23.
- Wied-Neuwied, M. 1989. *Viagem ao Brasil*. Coleção Reconquista do Brasil, 2ª série, Vol. 156. Belo Horizonte & São Paulo: Editora Itatiaia Ltda & EDUSP. 536p.
- World Resources Institute. 1990. *World Resources 1990-91*. New York: Oxford University Press.







# **Aves**

Luís Fábio Silveira

Universidade de São Paulo

## Estado do Conhecimento

Minas Gerais é o quarto maior Estado brasileiro, com aproximadamente 590.000 km<sup>2</sup> de área, sendo também o segundo mais populoso da Federação, com cerca de 20 milhões de habitantes vivendo em 853 municípios. A colonização efetiva do Estado se iniciou em meados do século XVII, e Minas Gerais foi o centro econômico da colônia portuguesa durante boa parte do século XVIII por causa da descoberta de inúmeras jazidas e minas de ouro e pedras preciosas. Com a decadência da atividade de extração e mineração dos metais e pedras preciosas, o eixo econômico deslocou-se para a região da Zona da Mata e Sul do Estado, com vocação para agricultura e pecuária.

Minas Gerais permaneceu predominantemente agrícola até cerca da metade do século XX, quando grandes parques siderúrgicos se instalaram no Estado e iniciaram novo ciclo econômico, que persiste com grande força até hoje. A enorme demanda por energia gerada por estas indústrias, aliada ao crescimento da população, transformou a paisagem mineira, que perdeu praticamente toda a cobertura vegetal de Mata Atlântica (especialmente no leste) e ganhou uma série de hidrelétricas nos seus principais rios. Nas últimas décadas, observou-se também uma nova frente de colonização, desta vez em direção ao oeste e ao norte do Estado, cujas terras têm sido utilizadas em grandes projetos de agricultura irrigada.

Neste contexto histórico altamente desfavorável à conservação da biodiversidade é que o conhecimento sobre a diversidade de aves foi sendo lentamente construído. Minas Gerais, como boa parte do Brasil, só passou a fazer parte do mundo científico a partir do século XIX, quando a Coroa Portuguesa permitiu que expedições de naturalistas percorressem o país. Até esse momento, o conhecimento sobre a avifauna brasileira resumia-se praticamente ao que já havia sido publicado por J. Marcgrave, durante a invasão holandesa no Nordeste brasileiro, no século XVI e aos relatos dos poucos cronistas que se aventuraram pela Amazônia brasileira ou suas fronteiras, esquivando-se das patrulhas portuguesas ou apenas fazendo breves, e muitas vezes imprecisas, menções às aves observadas. Alguns destes relatos guardam valor científico, e foram posteriormente aproveitados por Linnaeus e seus seguidores para nomear e catalogar a avifauna brasileira. Naturalmente, o conhecimento ainda era incipiente e o Brasil era uma verdadeira *Terra ignota* com relação ao conhecimento da sua ornitofauna. Muitos dos seus diferentes biomas, como o Cerrado, só começaram a ser conhecidos a partir do século XIX.

Material genuinamente coletado em Minas Gerais só começou a ser estudado a partir do século XIX. Por causa de suas riquezas minerais, Minas Gerais contava com rotas e estradas bem estabelecidas há séculos, possuindo boa ligação com a capital da colônia. As principais expedições e os principais naturalistas que percorreram o Brasil durante o século XIX, como Martius & Spix (1818), Natterer (1824), Lund & Reinhardt (1834) e Burmeister (1851), passaram pelo Estado e deram início ao conhecimento ornitológico mais sistemático. Alguns destes naturalistas apenas tangenciaram o Estado, permanecendo por poucos dias, enquanto outros percorreram vastas porções do território mineiro ou mesmo residiram em Minas Gerais. Peter Lund é o exemplo mais bem conhecido deste último caso, e sua residência em Lagoa Santa foi ponto de parada obrigatório para diversos pesquisadores que se aventuraram a explorar os então bem preservados cerrados da região.

As pesquisas sobre a avifauna mineira, realizadas por coletores, pesquisadores e instituições brasileiras só se iniciaram mais tardiamente, no começo do século XX. Estas expedições geralmente permaneciam em uma mesma localidade por mais tempo do que aquelas realizadas por naturalistas estrangeiros, e puderam, por isto mesmo, amostrar mais detidamente a avifauna de uma determinada região. O conhecimento ornitológico de Minas Gerais começou a se sedimentar no Brasil a partir dos trabalhos de Ernst Garbe (1908), Emilie Snethlage (1925), Emil Kaempfer (1929), João Moojen (1933) e Olivério Pinto (1940), que formaram as bases das coleções mineiras no Museu Paulista (atualmente Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo) e no Museu Nacional (Rio de Janeiro). Embora estas expedições cobrissem um reduzido número de localidades, e nem de longe representando a avifauna de todo o Estado, elas formaram o fundamento do nosso conhecimento ornitológico até bem pouco tempo.

Apesar de sua grande extensão territorial e diversidade de habitats, que proporcionam condições para abrigar uma avifauna heterogênea, a pesquisa ornitológica em Minas Gerais só experimentou um novo impulso a partir do final da década de 1960 e na década de 1970, com a instalação efetiva de ornitólogos em instituições de pesquisa no Estado. Pela primeira vez, embora tardiamente, duas das principais universidades mineiras (Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, e Universidade Federal de Viçosa - UFV) abrigaram profissionais devotados ao estudo das aves, que trouxeram a pesquisa para dentro do Estado. Estes ornitólogos pioneiros (Profs. Ney Carnevalli e Geraldo Mattos), que se radicaram no Estado, iniciaram as primeiras coleções de maior porte, especialmente na UFMG, que, pela primeira vez, passou a contar com estrutura mais adequada

para receber as aves resultantes dos trabalhos de campo. A instalação destes ornitólogos em Belo Horizonte e em Viçosa geraram não só uma demanda por estrutura para as coleções, mas também trouxeram junto a necessidade de material bibliográfico e equipamentos para o seu pleno desenvolvimento.

Entretanto, talvez o maior ganho advindo da instalação destes profissionais no Estado tenha sido o início da formação da primeira geração de ornitólogos mineiros. Guiados principalmente pelos Profs. Carnevalli e Germán, em Belo Horizonte, e por Mattos, em Viçosa, um grande número de alunos de biologia passou a ver nas aves uma oportunidade de desenvolver pesquisas de cunho zoológico e ecológico. Sendo um grupo chamativo, de hábitos principalmente diurnos e cuja identificação e marcação podem ser feitas sem grandes dificuldades na maioria das espécies, as Aves são naturalmente um grupo popular, atraindo significativo número de pessoas.

Como resultado, a partir do final da década de 1980, vários alunos de ornitologia iniciaram as suas atividades sob a orientação destes pioneiros. Esses ornitólogos hoje podem ser encontrados desenvolvendo pesquisas e atuando junto ao setor público, em Universidades, órgãos de pesquisa e outras instituições governamentais, no terceiro setor ou na iniciativa privada, especialmente em empresas de consultoria ambiental. Entre os muitos alunos formados nesta primeira geração, e ainda atuantes em Minas Gerais, destacam-se Rômulo Ribon (UFV), Ricardo Bomfim Machado e Ivana Lamas (Conservação Internacional), Sônia Rigueira e Lívia Lins (Instituto Terra Brasilis) e Luzimara Brandt (CRS Ambiental). Juntamente com Ney Carnevalli e Geraldo Mattos, esta primeira geração é responsável pelo incremento de artigos científicos sobre as aves mineiras, que começaram a ser publicados a partir do final dos anos 1980.

Desde então o número de ornitólogos instalados nas instituições do Estado e de publicações vem crescendo, bem como os programas de pós-graduação, que passaram a abrigar alunos que desenvolveram suas dissertações e teses sobre diversos aspectos da ornitologia mineira. A partir de meados da década de 1990, a ornitologia mineira ganha novo impulso, com a instalação na UFMG de um laboratório devotado à ecologia de aves, liderado pelo Prof. Miguel Marini. Enquanto esteve à frente deste laboratório, o Prof. Marini ocupou um “nicho vago” na ornitologia mineira, desenvolvendo projetos em diversas escalas de abrangência e contribuindo para formar mais uma geração de ornitólogos mineiros. Após a aposentadoria do Prof. Carnevalli, na década de 1990, o

laboratório de Ornitologia do Departamento de Zoologia da UFMG foi ocupado pelo Prof. Marcos Rodrigues, especialista em comportamento de aves e que trabalha ativamente na formação de mais ornitólogos, desenvolvendo projetos especialmente na região do Parque Nacional da Serra do Cipó, em uma área da ornitologia ainda muito pouco explorada no Brasil.

Outro aspecto importante na ornitologia mineira, e quase sempre negligenciado, foi a presença de um núcleo do Clube de Observadores de Aves (COA) no Estado, liderado pela ex-professora da UFMG, Maria Ignez Ferolla, e congregando estudantes de biologia e os mais diversos profissionais que tinham a observação de aves como *hobby*. O COA promovia saídas constantes por diversas regiões de MG, contribuindo de maneira decisiva para a consolidação da ornitologia fora da academia e para a popularização das aves junto ao público, divulgando a importância de se conservar os ambientes naturais. É importante ressaltar que o COA, considerado uma entidade ambientalista, tinha assento junto ao Conselho Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte, onde questões sobre o manejo das áreas naturais eram discutidas sempre levando em consideração a importância das aves.

Atuando fora do ambiente acadêmico, mas acumulando vasta experiência em trabalhos de campo no Estado graças ao seu trabalho no Instituto Estadual de Florestas, o ornitólogo Marco Antônio de Andrade, juntamente com G. Mattos, elaborou a segunda lista de aves de Minas Gerais. A vasta experiência de campo destes dois ornitólogos tornou possível a elaboração de um dos primeiros guias de aves para uma unidade da federação no Brasil, servindo de estímulo para a produção de uma série de guias regionais que viriam a ser publicados posteriormente. As listas de aves de Minas Gerais, compiladas por Mattos e Andrade, têm sido revistas e foram recentemente atualizadas durante a elaboração da lista de aves ameaçadas de extinção em Minas Gerais.

Qual é o resultado do esforço destes ornitólogos e naturalistas? Em Minas Gerais são registrados três dos principais biomas brasileiros (Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga), que se distribuem de maneira irregular pelo território, com o Cerrado ocupando, originalmente, a maior parte do Estado. A Mata Atlântica se concentrava especialmente na porção leste, enquanto a Caatinga era observada principalmente no extremo noroeste do Estado. O relevo de Minas Gerais, tipicamente planáltico (planalto Atlântico e do Brasil Central), é bastante acidentado, com altitudes variando entre 100 e 1.500 m em média, com o ponto mais alto do Estado (Pico da Bandeira) situado no

planalto Atlântico, com 2.890 m. O clima é considerado como Tropical e Tropical de Altitude, e a distribuição de chuvas é bastante irregular, com as regiões norte e nordeste do Estado sofrendo com a sua escassez. Além disso, observa-se a Cadeia do Espinhaço, cujas serras cortam o Estado em sentido centro-norte.

Esta diversidade de relevos, climas e biomas, e seus ambientes de transição, permitem a existência de uma série de habitats e micro-habitats particulares, onde já foram registradas cerca de 770 espécies de aves. Este número tem aumentado, embora hoje em um ritmo mais lento, devido a três fatores principais: a) a descoberta de novas espécies. Ainda que um evento raro na ornitologia atual, acontece esporadicamente, e um bom exemplo é a descoberta do lenheiro-da-serra, *Asthenes luizae*, não muito distante de Belo Horizonte; b) registros novos para o Estado, que são a principal fonte para o contínuo crescimento da lista de aves de MG. Com o aumento de ornitólogos em campo, aliado a uma gradativa, mas constante melhoria na qualidade dos equipamentos e a preocupação de se documentar adequadamente as espécies em campo, novas espécies têm sido adicionadas à lista. Três exemplos recentes são o macuquinho-do-brejo, *Scytalopus iraiensis*, o entufado-baiano, *Merulaxis stresemanni*, e o pedreiro, *Cinclodes pabsti*; e c) revisões taxonômicas. A análise de novos caracteres, como aqueles derivados da vocalização das aves, e com o advento do conceito filogenético de espécie, novos arranjos têm sido propostos, modificando, com isso, o número de espécies em uma determinada região geográfica. Exemplos destes novos arranjos podem ser vistos nos gêneros *Herpsilochmus* e *Hylopezus*, onde novas propostas taxonômicas contribuíram para aumentar o número de espécies em Minas Gerais.

As cerca de 770 espécies de aves já registradas em Minas Gerais representam aproximadamente 43% das 1.801 espécies atualmente registradas em todo o território brasileiro. Este é um número muito expressivo, visto que em toda a região Neotropical são conhecidas aproximadamente 3.000 das cerca de 10.000 espécies de aves. Entretanto, o número de espécies de aves no Brasil está sendo revisto e ainda não é preciso. Como dito acima, novas espécies são descobertas nas mais variadas regiões do Brasil e outras, “escondidas” sob o arcaico conceito biológico de espécie, são revalidadas, abrindo um novo campo para compreender padrões e processos evolutivos, além de evidenciarem novas áreas de endemismo ou de interesse para conservação.

## Estado de Conservação

As históricas alterações de habitat que ocorreram no Estado, juntamente com outras ameaças como a poluição, caça e comércio ilegal de espécies silvestres, colocam Minas Gerais entre os Estados brasileiros com o maior número de espécies ameaçadas de extinção no país. Na última revisão da lista, foram anotados 113 táxons, o que corresponde a 15% das espécies que já foram registradas no Estado até hoje. E, ainda, destas 113 espécies, 90 (~80%) estão listadas nas categorias “ criticamente ameaçadas ” ou “ Ameaçadas ”, justamente as mais graves em termos de conservação e que indicam que estas espécies podem se extinguir no Estado em um período muito curto de tempo. Estas espécies estão entre as que demandam mais esforços para a sua conservação, que não envolve apenas a conservação em cativeiro (ver abaixo), mas também requer investimentos em restauração e proteção dos habitats.

Não causa nenhuma surpresa a constatação de que 78 (~70%) destas 113 espécies tinham a Mata Atlântica, nosso bioma mais descaracterizado, como habitat preferencial. Em Minas Gerais este bioma podia ser encontrado no leste e no sul do Estado, mas também se estendia até o oeste, acompanhando o curso do rio Grande e seus tributários, embora aí suas fitofisionomias não apresentassem a mesma pujança das áreas a leste. Há, de fato, um empobrecimento natural das comunidades de aves que habitam a Mata Atlântica, e que pode ser observado no sentido leste-oeste, onde há uma extensa zona de contato com o Cerrado, e que limita praticamente as formações atlânticas às matas ciliares e vales mais encaixados. Nestas áreas mais a oeste são notáveis as substituições de espécies de Mata Atlântica por aquelas do Cerrado, sendo um bom exemplo o mutum-do-sudeste, *Crax blumenbachii*, outrora habitante das matas de baixada do leste mineiro, especialmente no vale do rio Doce, pelo mutum-de-penacho, *Crax fasciolata*, que ocorre no Cerrado.

A Mata Atlântica foi o bioma que recebeu as principais e mais antigas frentes de colonização do Estado. Suas áreas situadas ao sul, na divisa com São Paulo, especialmente aquelas cuja altitude era mais baixa e o relevo menos acidentado, foram as primeiras a sofrer com a intensa descaracterização. Estas matas foram substituídas pela agricultura e pecuária ainda nos séculos XVIII e XIX. Nesta região, as florestas das áreas mais baixas desapareceram, e fragmentos de maior porte podem ser encontrados apenas nas áreas de maior altitude, como em certos locais da Serra

da Mantiqueira. No sul de MG, a Mata Atlântica foi devastada em direção à capital, enquanto que na região leste o sentido foi inverso. A atividade mineradora, muito desenvolvida no quadrilátero ferrífero, sempre precisou de uma fonte abundante de madeira para o seu pleno funcionamento. Ademais, com a instalação dos polos siderúrgicos na bacia do rio Doce, o ritmo do desmatamento se acelerou, consumindo as florestas em direção às fronteiras com o Rio de Janeiro e o Espírito Santo. A porção leste de Minas Gerais é hoje a mais descaracterizada, e apenas os Parques do Rio Doce, da Serra do Brigadeiro e do Caparó permanecem como testemunho das florestas virgens dos não tão distantes anos 1940 e 1950. As matas de baixada, mais pujantes e de acesso mais fácil, desapareceram em pouquíssimo tempo, e parte do desenvolvimento econômico de Minas Gerais deve-se à intensa exploração dos recursos florestais deste bioma. O resultado desta intensa exploração pode ser visto ainda na região, que guarda apenas pequenos, isolados e depauperados fragmentos, lembrando palidamente as matas originais. O resultado foi desastroso para a avifauna, e vários elementos endêmicos da Mata Atlântica de baixada, como o crejoá, *Cotinga maculata*, o mutum-do-sudeste, *Crax blumenbachii*, o gavião-real, *Harpia harpyja* e as araras-vermelhas-grandes, *Ara chloropterus*, foram praticamente extintos (ou mesmo desapareceram por completo) deste bioma.

Com a exaustão das florestas do vale do rio Doce, a Mata Atlântica do nordeste do Estado passou a ser o próximo alvo. Praticamente desconhecidas dos ornitólogos, os poucos testemunhos desta avifauna, até poucos anos atrás, eram quase todos advindos das poucas coletas realizadas por Geraldo Mattos na região de Divisópolis. A demanda por carvão fez com que estas florestas desaparecessem num ritmo ainda mais acelerado que o observado no leste mineiro, e apenas muito recentemente foram tomadas iniciativas para se proteger formalmente os pouquíssimos, mas insubstituíveis, remanescentes florestais desta muito pouco conhecida porção da Mata Atlântica. Estes poucos fragmentos, localizados no vale do rio Jequitinhonha, trouxeram nos últimos anos adendas importantes para a avifauna de Minas Gerais, como o beija-flor-balança-rabo-canela, *Glaucis dohrnii* e o entufado-baiano, *Merulaxis stresemanni*, ambas espécies endêmicas do Brasil e extremamente ameaçadas de extinção. Outras espécies que contavam com pouquíssimos registros para Minas Gerais, como o rabo-amarelo, *Thripophaga macroura*, e a choquinha-de-rabocintado, *Myrmotherula urosticta*, também foram registradas nestas áreas, hoje fundamentais para a conservação. A degradação desta região é patente quando se comparam as descrições dos cronistas e naturalistas-viajantes que percorreram o vale do Jequitinhonha no século XIX,



como o francês Saint-Hilaire, e que relatavam extensas florestas e suas aves características, com as paisagens atuais. Muito provavelmente a fisionomia de Caatinga que se observa em algumas regiões do vale é simplesmente o resultado da invasão de elementos deste bioma, substituindo a Mata Atlântica original, e dando a falsa impressão, por causa do longo histórico de degradação, de que a Caatinga sempre esteve lá.

Considerada como integrante do Bioma Mata Atlântica, as matas secas são encontradas no extremo norte do Estado. Fazem contato com a Caatinga (o bioma com menor extensão territorial em Minas) e são caracterizadas pela presença, em densidades altas, de barrigudas, *Ceiba* sp., imponente árvore que se destaca entre as demais. Esta vegetação apresenta uma marcada sazonalidade, com acentuada deciduidade na maioria das espécies que a compõem. As matas secas são frequentemente encontradas junto a afloramentos calcários, um tipo de ambiente muito especial por causa da abundância de cavernas, e possuem algumas espécies endêmicas, como o arapaçu-de-wagler, *Lepidocolaptes wagleri*, e a maria-preta-do-nordeste, *Knipolegus franciscanus*. Além disso, vivem nas matas secas algumas espécies típicas da Mata Atlântica, como o surucuá-variado, *Trogon surrucura*, e o anumará, *Curaeus forbesi*. As matas secas, a despeito da sua importância e singularidade, foram muito pouco exploradas pelos ornitólogos, e a sua degradação foi tão acelerada quanto o que se observou na Mata Atlântica do norte de Minas. Boa parte da floresta foi queimada para a produção de carvão destinado à siderurgia, e o restante foi destinado a grandes projetos de assentamento e irrigação. Alguns poucos parques e outras unidades de conservação, como o Parque Nacional Cavernas do Peruaçu e o Parque Estadual da Mata Seca, em Manga, preservam uma amostra desta tão pouco conhecida vegetação.

Apesar da sua grande importância biológica, a Mata Atlântica e suas diferentes fisionomias não formam o maior bioma do Estado. Minas Gerais possui grande parte do seu território ocupado pelo Cerrado nas suas mais diversas formas. Este bioma, que até poucas décadas atrás despertava pouco interesse econômico, sendo basicamente uma grande área para criação de gado, foi brutalmente transformado para a agricultura e pecuária intensivas. A avifauna do Cerrado, embora menos diversa daquela encontrada na Mata Atlântica, possui uma série de endemismos, muitos deles restritos a habitats específicos dentro deste bioma. Enquanto as espécies mais típicas do Cerrado *sensu stricto*, como a seriema, *Cariama cristata*, ou a gralha-do-campo, *Cyanocorax cristatellus*, apresentam grande plasticidade ambiental, podendo ocupar áreas degradadas, as espécies de

campo limpo, como o andarilho, *Geositta poeciloptera*, e o galito, *Alectrurus tricolor*, só sobrevivem em campos bem preservados. É relevante ressaltar que os campos limpos e os campos sujos, duas das diferentes fisionomias do Cerrado, podem ser hoje os tipos de ambientes mais ameaçados de desaparecimento no Brasil. Seu relevo, mais suave, a predominância de gramíneas e a ausência de árvores ou de vegetação de grande porte fazem com que estas áreas sejam facilmente convertidas em pastagens ou para a agricultura. Como consequência, campos limpos são encontrados hoje praticamente apenas dentro de unidades de conservação, como os Parques Nacionais da Serra da Canastra e da Serra do Cipó, que abrigam em seus domínios enorme quantidade de espécies de aves ameaçadas de extinção.

A necessidade de carvão para as indústrias também afetou de maneira decisiva os cerrados de Minas Gerais. Outrora bem preservados nas regiões ao norte e oeste de Belo Horizonte, os cerrados hoje sobrevivem em grande parte graças às Unidades de Conservação, que ainda não conseguem proteger estas formações vegetais de incêndios criminosos e da retirada ilegal de madeira. O cenário atual em municípios como Montes Claros ou Curvelo é desolador. O futuro dos Cerrados, tão lembrados e tão caracteristicamente ligados às Minas Gerais e aos seus vastos sertões e veredas, é sombrio e se assemelha ao que é atualmente observado nos Estados de São Paulo ou Paraná, que praticamente extinguiram o bioma dos seus domínios, e agora assistem à extinção em massa das espécies animais mais sensíveis destas formações vegetais.

Ainda dentro do bioma Cerrado, uma formação geológica, a Serra do Espinhaço, talvez guarde os maiores tesouros do Estado. Esta serra, que corta o Estado em direção norte-nordeste, abriga a maior parte dos campos rupestres, um tipo de vegetação com altíssimo grau de endemismo da sua flora. As plantas dos campos rupestres apresentam uma série de adaptações às condições extremas de sobrevivência e a sua avifauna, embora pouco diversificada, apresenta uma série de endemismos, como o lenheiro-da-serra, *Asthenes luizae*, descrito muito recentemente, na década de 1990, e cujos primeiros exemplares vieram da Serra do Cipó, muito próximo de Belo Horizonte. Não deixa de ser curioso que uma espécie de ave venha a ser descrita de tão próximo de um grande centro urbano, mas também demonstra que o nosso conhecimento sobre a avifauna deste tipo de vegetação é ainda pequeno. Outro endemismo importante da Serra do Espinhaço é o beija-flor-de-gravata-verde, *Augastes scutatus*, cuja espécie-irmã, *Augastes lumachella*, é endêmico da Chapada Diamantina, na Bahia, uma continuação setentrional da cadeia do Espinhaço. Os campos

rupestres, dentre os biomas mineiros, estão em situação melhor, graças à dificuldade de serem explorados economicamente, embora sofram ainda com o fogo, a sua conversão para pastagens e, mais recentemente, com a especulação imobiliária nas áreas mais próximas das cidades, como Belo Horizonte, Ouro Preto e Diamantina.

O passivo ambiental do Estado e as necessidades de conservação são grandes e precisam ser urgentemente sanadas. Programas de recuperação de habitats são fundamentais, na tentativa de se restaurar processos ecológicos importantes e serviços ambientais prestados pelas espécies nativas. A reintrodução de espécies de aves em seus ambientes naturais também assume um papel importante na medida em que muitas aves, como os grandes frugívoros, atuam como eficientes dispersores de sementes. A falta de dispersores pode afetar a qualidade da floresta, com a substituição da zoocoria por anemocoria, conforme observado nas poucas matas remanescentes do Estado de Alagoas. Trabalhos neste sentido ainda são pouco comuns em Minas Gerais, merecendo destaque o realizado pela Fundação Crax, com a reintrodução de mutuns-do-sudeste, macucos, *Tinamus solitarius*, e jacutingas, *Aburria jacutinga*, em diversas áreas de Mata Atlântica em Minas Gerais. A CEMIG também vem atuando neste sentido, especialmente na área de proteção ambiental de Peti, em Santa Bárbara. Esforços neste sentido, desde que cientificamente orientados, têm grande potencial de atuar positivamente na restauração e manutenção dos ambientes.

## **Infraestrutura e recursos humanos**

Durante o final de 2007 e o primeiro semestre de 2008, os ornitólogos que desenvolveram projetos relevantes em Minas Gerais foram consultados dentro do programa de diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no Estado de Minas Gerais. Como resultado, 28 profissionais, de todas as regiões brasileiras e de instituições públicas, privadas e do terceiro setor, responderam aos questionários e listaram as principais pesquisas e necessidades para que a avifauna de Minas Gerais seja conhecida de maneira adequada. Um total de 115 pesquisas concluídas ou em andamento foi cadastrado, sendo importante ressaltar a diversidade de temas atualmente desenvolvidos, que vão desde estudos básicos de inventários de avifauna até estudos mais elaborados de ecologia e sistemática, inclusive molecular, indicando maior maturidade dos profissionais e das pesquisas que são desenvolvidas no Estado. Chama a atenção também o elevado número de trabalhos de

monitoramento em áreas onde empreendimentos de alto impacto ambiental, como mineradoras e hidroelétricas, estão sendo efetivados.

Não causa surpresa que a maioria dos pesquisadores tenha apontado o baixo grau de conhecimento sobre a avifauna de Minas Gerais como o fator mais importante a ser abordado em pesquisas futuras. Recursos financeiros para a realização de inventários, incluindo a aquisição de material permanente e de consumo, além de diárias para trabalhos de campo, foram apontados como de alta prioridade. Investimentos em infraestrutura, como a melhoria das instalações onde se localizam as coleções de aves, são também fundamentais para garantir a perenidade e a acessibilidade dos pesquisadores aos dados coletados. A capacitação de recursos humanos e a produção de material de apoio (e. g., guias de identificação) foi também apontada como importante por boa parte dos pesquisadores consultados. Embora a qualificação de recursos humanos, como a formação de mestres e doutores através de cursos de pós-graduação desenvolvidos em Minas Gerais, dependa de uma política departamental nas Universidades públicas e privadas, não deixa de chamar a atenção para a demanda existente e constatada pelos próprios pesquisadores consultados.

São poucas as coleções ornitológicas em Minas Gerais, e em sua maioria estão situadas em Belo Horizonte. As duas maiores coleções existentes no Estado (UFMG e UFV) ainda são modestas e não possuem uma boa cobertura regional, apresentando muitas lacunas e não contando com todas as espécies que já foram registradas no Estado. Ornitólogos que desejam estudar a avifauna mineira ainda não podem fazê-lo integralmente no Estado, tendo que recorrer às coleções do Museu de Zoologia da USP e do Museu Nacional, no Rio de Janeiro, para a análise dos espécimes que ocorrem em Minas Gerais. Outra importante coleção mineira, realizada por Geraldo Mattos, hoje encontra-se depositada no Museu de História Natural de Taubaté. Boa parte dos municípios mineiros nunca foi amostrada e as localidades presentes nestas duas coleções cobrem apenas pequena parcela do Estado. Estas duas coleções devem ser fortalecidas através de melhorias na sua infraestrutura, com maior aporte de recursos para a sua melhor instalação, segundo os princípios modernos de curadoria, contando também com a aquisição de armários que permitam adequada manutenção e uso por parte dos pesquisadores.

Outro aspecto importante a ser destacado é a criação de cursos de pós-graduação vinculados aos departamentos de Zoologia e que façam uso explícito da coleção, pois uma das formas mais

interessantes de se fortalecer qualquer coleção zoológica é criar condições para que pesquisas sejam feitas nelas mesmas, justificando o seu incremento. As duas principais coleções do Estado podem se valer destes programas para criar um efetivo projeto de coletas de amostras em todos os biomas de Minas, especialmente nas regiões noroeste e nordeste, ainda muito pouco conhecidas e que guardam amostras razoavelmente intactas dos seus ambientes originais. A existência de coleções ativas, de um programa de prospecção amplo e de recursos humanos qualificados são requisitos imprescindíveis para que o conhecimento, gestão e manejo dos recursos naturais renováveis do Estado sejam feitos de maneira responsável, na tentativa de compatibilizar o desejado desenvolvimento econômico e social com uma gestão ambiental responsável e coerente.

## **Prioridades e perspectivas**

Felizmente novos pesquisadores, tanto oriundos de Minas quanto de outros Estados, têm assumido posições em universidades públicas e particulares, desenvolvendo pesquisas em diferentes áreas da ornitologia. Atualmente há ornitólogos atuantes nas universidades sediadas em Lavras, Ouro Preto, Montes Claros, Alfenas, Uberlândia, Viçosa e Belo Horizonte, estes dois últimos os mais tradicionais na formação de ornitólogos em Minas. As pesquisas feitas por estes colegas abrangem as mais diferentes áreas, desde genética de populações, filogenias moleculares, ecologia e comportamento, sistemática, taxonomia e distribuição das aves em Minas Gerais. Entretanto, apesar dos esforços, ainda são necessários recursos materiais e humanos para que muitas destas pesquisas possam ser ampliadas, cobrindo áreas geográficas maiores e formando mais gente para atuar tanto nas universidades quanto em outros setores. Neste sentido, é louvável a existência de organizações não governamentais que se dedicam à pesquisa sobre a avifauna no Estado, ou mesmo de órgãos públicos, como o IBAMA, que passa a contar com o seu próprio pessoal especializado para realizar inventários de fauna nas UCs federais existentes em Minas Gerais.

O conhecimento sobre a diversidade da avifauna mineira iniciou-se tardiamente e foi construído de maneira muito irregular, sem um programa orientado de estudos e sempre dependente da iniciativa isolada de um pesquisador. Desta forma, o conhecimento sobre a diversidade foi sempre “pesquisador-dependente” e que, sendo dependente destas iniciativas pessoais, nunca conseguirá cobrir áreas mais extensas ou ser de médio-longo prazo. A situação mineira não é diferente da

maioria dos Estados brasileiros, e o conhecimento da diversidade nunca foi parte ativa das agendas institucionais ou governamentais. Iniciativas que congreguem a massa crítica existente tanto dentro como fora do Estado ao redor de um objetivo comum são louváveis e são importantes também para que a gestão dos escassos recursos seja feita de maneira inteligente, aumentando a chance dos projetos deste porte serem bem-sucedidos.

Como dito acima, um programa maciço de inventário da avifauna mineira é essencial para a tomada de decisões seguras quanto ao manejo das diversas paisagens do Estado. Além disso, o fortalecimento das coleções, com o estímulo a novas coleções de caráter regional em centros mais distantes da capital, é importante para estimular novos talentos. O incentivo aos docentes e seus laboratórios, na forma de recursos financeiros para suas pesquisas e investimentos em infraestrutura também são fundamentais, garantindo que linhas de pesquisa em ecologia, genética, comportamento, sistemática e taxonomia sejam bem estabelecidas e possam fazer parte de planos de longo prazo, dentro de projetos temáticos de maior alcance.

## **Agradecimentos**

O autor agradece a todos os participantes do *workshop* e do programa de diagnóstico sobre o conhecimento da avifauna mineira. Gláucia Drummond e Rafael Carmo, pela paciência e orientação durante todo o processo. O autor sinceramente agradece, ainda, a Leonardo Lopes, Mauro Guimarães Diniz, Marcelo Vasconcelos, Rômulo Ribon e Geraldo T. Mattos pelas discussões sobre a história da avifauna mineira, sua composição e seu futuro. O autor, Luis Fábio Silveira, recebe bolsa de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e é pesquisador associado da World Pheasant Association.

## Referências bibliográficas

Bencke, G.A., G.N. Maurício, P.F. Develey & J.M. Goerck. 2006. *Áreas importantes para a conservação das aves no Brasil: Parte 1 - Estados do domínio da Mata Atlântica*. São Paulo: Save Brasil. 494p.

Bernardes, A.T., A.B.M. Machado & A.B. Rylands. 1990. *Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 64p.

BirdLife International. 2005. *Species factsheet*. Disponível em: <http://www.birdlife.org>. Acesso em: mar. 2007.

Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos - CBRO. 2006. *Lista das aves do Brasil*. Versão 15/7/2006. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>. Acesso em: dez. de 2006.

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF. 1968. Lista Oficial Brasileira das Espécies de Animais e Plantas Ameaçadas de Extinção. Portaria 303 de 29 de maio de 1968.

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF. 1973. Lista Oficial de Espécies Animais em Perigo de Extinção da Fauna Indígena. Portaria nº 3.481, Deliberação Normativa de 31 de maio de 1973.

Machado, A.B.M, C.S. Martins & G.M. Drummond (ed.). 2005. *Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Incluindo as Espécies Quase Ameaçadas e Deficientes em Dados*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 160p.

Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2003. Lista das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Instrução Normativa nº 3, de 27 de maio de 2003. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

Pacheco, J.F. 2005. Aves, p.39-41. In: A.B.M. Machado, C.S. Martins e G.M. Drummond (ed.). *Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Incluindo as Espécies Quase Ameaçadas e Deficientes em Dados*. Belo Horizonte: Fundação Bio-diversitas. 160p.

Straube, F.C., A. Urben-Filho e D. Kajiwara. 2004. Aves, p.145-496. In: S.B. Mikich & R.S. Bernils (org.). *Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná*. Curitiba, Instituto Ambiental do Paraná. 764p.





# Mamíferos

Adriano P. Paglia<sup>1</sup>

Adriano G. Chiarello<sup>2</sup>

Fabiano R. de Melo<sup>3</sup>

Valéria Tavares<sup>4</sup>

Flávio Rodrigues<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Conservação Internacional do Brasil

<sup>2</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

<sup>3</sup> Universidade Federal de Goiás

<sup>4</sup> American Museum of Natural History, NY

<sup>5</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

## Estado do Conhecimento

### Histórico dos estudos com mamíferos no Brasil e em Minas Gerais

A história da mastozoologia em Minas Gerais está intimamente ligada à história da zoologia de vertebrados no Brasil, que teve início, de fato, a partir na segunda década do século XIX. É claro que antes disso houve importantes contribuições nesta área, como as de Georg Marcgrave (século XVII) e de Alexandre Rodrigues Ferreira (século XVIII). Mas foi apenas a partir da transferência da família real portuguesa para o Brasil que afluíram para cá vários naturalistas e coletores iminentes, trazendo uma formação científica fortemente influenciada por luminares como C. Linnaeus, A. Humboldt, J. B. Lamarck e G. Cuvier. Esses naturalistas do século XIX estavam, portanto, cientificamente melhor preparados que seus antecessores para a realização de uma expedição zoológica (Vanzolini, 2004). Detalhes importantes como a individualização dos espécimes e o registro minucioso da data e da localidade de coleta somente começaram a virar rotina a partir do século XIX. Muitos destes naturalistas estrangeiros incluíram o território de Minas Gerais em suas expedições.

Dois destes naturalistas deixaram importante legado em coleções zoológicas: o Príncipe Maximiliano de Wied-Neuwied e o zoólogo Johann Baptist Ritter von Spix. Wied-Neuwied praticamente não fez coletas em Minas Gerais, pois seu trajeto, que realizou entre 1815 e 1817, se concentrou no Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia. Apenas tocou solo mineiro em dois pontos limítrofes com a Bahia, primeiro na região onde hoje se localiza o município de Salto da Divisa, que alcançou subindo o rio Jequitinhonha (então rio Beneventes). Mais tarde, chegou até a fronteira norte do Estado, que alcançou vindo de Vitória da Conquista, no sertão Baiano (Bokermann, 1957). A importância das coletas do Príncipe em Minas Gerais é, portanto, mais indireta do que direta, uma vez que suas minuciosas coletas e observações faunísticas ajudaram a pintar um dos primeiros diagnósticos da fauna da Mata Atlântica e da Caatinga de maneira geral (Wied-Neuwied, 1958). O número exato de espécies de mamíferos coletados por Wied-Neuwied é desconhecido, mas segundo os relatos deixados pelo próprio Príncipe, nada menos do que 82 espécies foram colecionadas, dos quais 72 táxons permaneceram válidos, pelo menos até o final da década de 1980, segundo avaliação feita por Phillip Hershkovitz (Hershkovitz, 1987).

Os naturalistas alemães Johann Baptist Ritter von Spix e Karl Friedrich Phillip von Martius viajaram pelo Brasil por 30 meses (1817-1820) e cobriram uma região muito mais ampla e biologicamente

mais diversa que aquela atravessada por Wied-Newied, pois incluíram, além da Mata Atlântica, o Cerrado, a Caatinga e a Hiléia Amazônica em suas andanças (Vanzolini, 2004). Atravessaram Minas Gerais no sentido sudeste-noroeste a partir de São Paulo e, conseqüentemente, coletaram tanto na Mata Atlântica como no Cerrado do Estado. O material zoológico coligido por Spix consiste em milhares de invertebrados, além de 498 espécies de vertebrados, dos quais 49 eram mamíferos (34 espécies de primatas e 15 espécies de morcegos) (Hershkovitz, 1987). Destes, 31 táxons de primatas e 14 de morcegos continuam válidos (Hershkovitz, 1987). Segundo Vanzolini (2004), as coletas de Spix adicionaram oito novas espécies de primatas à fauna conhecida de então, que era de 33 espécies, além de outras nove espécies à fauna de morcegos (28 espécies eram então conhecidas), uma contribuição notável. Os vários exemplares tipos deixados por Spix são de enorme importância para a taxonomia. Philip Hershkovitz, por exemplo, utilizou a coleção de primatas deixada por Spix extensivamente em sua obra monumental sobre sistemática de primatas neotropicais (Hershkovitz, 1977; Fittkau, 2001).

Outro importante coletor de mamíferos da região Sudeste do Brasil foi o austríaco Johann Natterer, que durante 18 anos (1817 e 1835) realizou coletas em vários Estados brasileiros, incluindo São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Hershkovitz, 1987). É deste autor um dos primeiros e mais completos inventários da mastofauna de uma única localidade, no caso a atual Floresta Nacional de Ipanema, localizada na região de Sorocaba, São Paulo (Pelzeln, 1883). O exemplar tipo de *Thylamys velutinus*, um raro marsupial, foi coletado por ele nessa localidade. Natterer coletou cerca de 781 espécimes de mamíferos, cobrindo nada menos do que 58% dos gêneros e 44% das espécies atuais (Hershkovitz, 1987). Suas coleções foram sintetizadas na obra de August von Pelzeln (Pelzeln, 1883). Sínteses de sua biografia e contribuições zoológicas podem ser encontradas em Vanzolini (1993) e Straube (2000).

Mas a mais importante contribuição isolada ao conhecimento sobre a mastofauna mineira se deve, inegavelmente, ao dinamarquês Peter Wilhelm Lund (1801-1880). Peter Lund viveu no Brasil a partir de 1825 e de 1835 em diante iniciou extensivas coletas tanto de fósseis como de fauna recente, principalmente da região de Lagoa Santa, bacia do rio das Velhas, que é um afluente do rio São Francisco. Segundo Cartelle (2002), Lund registrou cerca de 150 espécies de mamíferos recentes. Coletou continuamente e em diferentes estações do ano, formando uma das mais importantes coleções mastozoológicas de uma única localidade já realizadas na região Neotropical (Cartelle, 2002; Leite, 2003). Cerca de um século mais tarde, este material foi examinado em detalhes pelo zoólogo

João Moojen, enquanto o material fóssil foi analisado pelo paleontólogo Carlos de Paula Couto (Ávila-Pires, 2005). Dos espécimes coletados por Lund, foram descritas dezenas de espécies, principalmente de roedores. Em sua monografia clássica, João Moojen (Moojen, 1952) cita 21 táxons de roedores cujos espécimes tipo foram coletados em Minas Gerais. Destes, pelo menos 15 táxons foram coletados na região de Lagoa Santa, na sua totalidade, ou ampla maioria, por Lund. *Rhipidomys mastacalis* (Lund, 1840), *Carterodon sulcidens* (Lund, 1841) e *Phyllomys brasiliensis* (Lund, 1840) são alguns exemplos de espécies coletadas e descritas por Lund e que permanecem como táxons válidos até os dias de hoje.

Cerca de um século mais tarde (1933), se estabelece em Minas, mais precisamente na então Escola Superior de Agricultura e Veterinária do Estado de Minas Gerais, que mais tarde se transformaria da Universidade Federal de Viçosa, o professor João Moojen de Oliveira (Ávila-Pires, 2005). Sua biografia foi recentemente relatada por Ávila-Pires (2005) e é brevemente sintetizada a seguir. Mineiro de Leopoldina, teve sua formação acadêmica no Rio de Janeiro e lecionou em Viçosa entre 1933 e 1937. Coletou muitas aves nesse período, material que mais tarde se transformaria no embrião do atual Museu João Moojen de Oliveira, que atualmente conta com cerca de 13.400 espécimes de vertebrados, 1.100 dos quais de mamíferos (Cadastro das Coleções Zoológicas do Brasil, 2008). Em 1938, João Moojen se transfere para a divisão de zoologia do Museu Nacional no Rio de Janeiro e a partir de então se dedica à mastozoologia. Colaborou com vários pesquisadores nacionais e estrangeiros, mas foi sua colaboração com o Departamento Nacional de Saúde que lhe permitiu realizar coletas rotineiras de roedores e seus parasitas por cerca de 35 anos em muitas regiões do Brasil (Ávila-Pires, 2005). Algumas das regiões amostradas em Minas Gerais incluem Serra da Gramma, São Miguel, rio Matipó, rios Grande e São Francisco e Belo Horizonte. Também colaborou com a Fundação Rockefeller para estudar as zoonoses. A coleção gerada pelo Serviço Nacional da Peste, supervisionada por João Moojen, soma nada menos do que 55.291 exemplares, a maioria de roedores (Oliveira & Franco, 2005) e é considerada a mais significativa já feita para o Leste do Brasil (Oliveira & Franco, 2005). A forte ênfase em roedores permitiu que Moojen se transformasse em especialista de renome neste grupo, particularmente nos ratos de espinho do gênero *Proechimys* (Echimyidae). Além das extensivas coletas, deixou importante referência para o grupo, a obra “Os Roedores do Brasil” (Moojen, 1952), que continua valiosa nos dias de hoje.

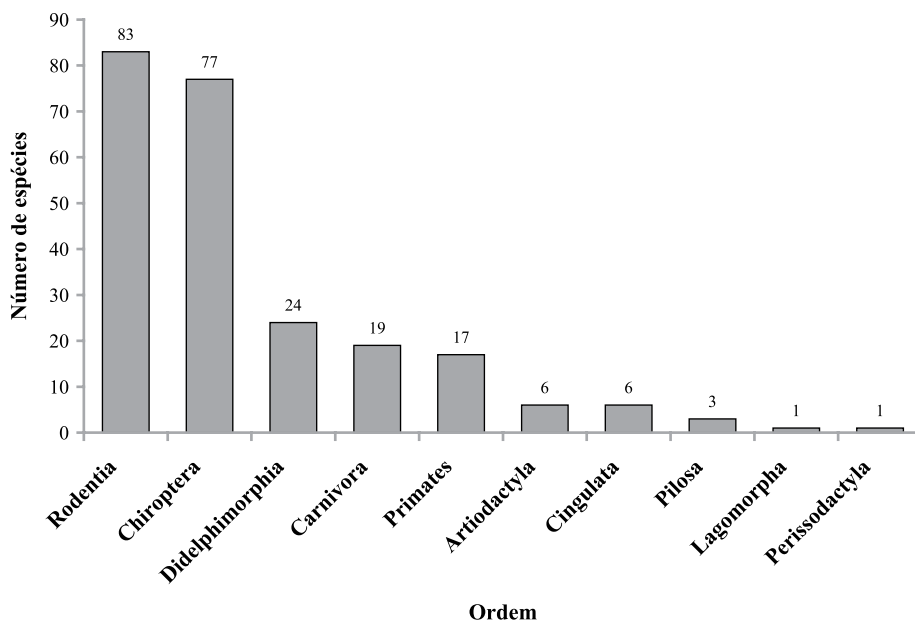
Estes podem ser considerados como os pilares básicos do conhecimento relativo à mastofauna de Minas Gerais. Foram as coletas deixadas por Wied, Spix, Natterer, Lund e Moojen que propiciaram,

em seu conjunto, a descrição de dezenas de espécies e o início do conhecimento sobre riqueza e distribuição geográfica de dezenas de espécies de mamíferos com ocorrência em território mineiro. Entretanto, questões mais diretamente relacionadas a ecologia e conservação de mamíferos só tiveram início no século XX. Data de 1905, por exemplo, um dos primeiros inventários de mamíferos realizados em Unidades de Conservação de Minas Gerais, no caso no Parque Nacional de Itatiaia (Miranda-Ribeiro, 1905). Na década de 1970 começam a surgir estudos focados em espécies ameaçadas de extinção (Aguirre, 1971; Ávila-Pires & Gouvea, 1977), mas é a partir da década de 1980 que ecologia e conservação de mamíferos se tornam verdadeiramente diversificadas em Minas Gerais. A consolidação de cursos de pós-graduação em zoologia, ecologia e áreas correlatas, existentes tanto em território mineiro (UFV, UFMG) como nos Estados vizinhos, principalmente no Rio de Janeiro (UFRJ, UFRRJ, UERJ) e em São Paulo (USP, UNESP e UNICAMP), propiciou direta e indiretamente este crescimento. Localmente, merece destaque o programa de pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, criado em 1989. Foi este curso que possibilitou a formação da primeira geração de pesquisadores “autóctones”, com embasamento teórico e atuação prática centrada na ecologia e conservação de biomas e de espécies de mamíferos com ocorrência em Minas Gerais. Boa parte do conhecimento sobre mamíferos gerado em Minas Gerais nas décadas de 1980 e 1990 se deve à atuação direta ou indireta dos professores e pós-graduandos baseados no laboratório de mastozoologia do departamento de Zoologia da UFMG, inicialmente sob responsabilidade do Prof. Célio Murilo de Carvalho Vale. Dezenas de dissertações e teses e centenas de artigos enfocando mamíferos foram produzidos nos últimos 20 anos, principalmente pelos grupos liderados por Gustavo Fonseca e Anthony Rylands. Atualmente há pesquisadores atuantes na área de mastozoologia espalhados em várias instituições mineiras além da UFMG, como na PUC-Minas e nas Universidades Federais de Viçosa, Juiz de Fora, Ouro Preto e Diamantina. As principais coleções zoológicas em solo mineiro são as do Laboratório de Mastozoologia do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, do Museu de Zoologia ‘João Moojen de Oliveira’ em Viçosa (UFV), e do Museu de Ciências Naturais da PUC-Minas (Belo Horizonte).

### **Diversidade, endemismo e padrões biogeográficos de mamíferos**

O Brasil é o 5º maior país do mundo, abrangendo uma área de aproximadamente 8,5 milhões de km<sup>2</sup>, com cerca de 3,5 milhões de km<sup>2</sup> de área costeira, seis grandes biomas terrestres, e disputa

com a Indonésia o primeiro lugar em biodiversidade entre as nações do planeta (Mittermeier *et al.*, 2005). A fauna de mamíferos do Brasil é extremamente rica. A compilação das espécies brasileiras realizada em 1996 indicava para o país aproximadamente 524 espécies (Fonseca *et al.*, 1996), porém, estudos recentes, revisões taxonômicas e descrição de novas espécies elevaram esse número para mais de 650 espécies (Reis *et al.*, 2006), podendo chegar próximo de 680 (Fonseca *et al.*, em prep.). Esse valor corresponde a cerca de 12% das 5.416 espécies de mamíferos descritas para o mundo (Wilson & Reeder, 2005). Minas Gerais abriga 236 espécies de mamíferos (cerca de 35% das espécies do país), nos diversos biomas do Estado: Mata Atlântica, Caatinga, Campos Rupestres e de Altitude e Cerrado (Chiarello *et al.*, 2008). As espécies de mamíferos de Minas Gerais estão distribuídas em dez das 12 Ordens de mamíferos que ocorrem no Brasil, sendo as ordens Rodentia e Chiroptera as mais diversas (Figura 1).



**Figura 1.** Número de espécies de mamíferos por ordem no Estado de Minas Gerais.

Minas Gerais é um Estado onde a diversidade de tipos de ambiente, as diferenças climáticas, a grande variação altitudinal e as variadas tipologias vegetacionais propiciam a ocorrência de áreas com elevados índices de diversidade e endemismo de mamíferos. Os dois biomas brasileiros considerados como *Hotspots* mundiais, regiões com elevada diversidade e endemismo e sob alto grau de ameaça, estão presentes em Minas Gerais: o Cerrado e a Mata Atlântica (Myers *et al.*, 2000; Mittermeier *et al.*, 2004). Além deles, temos também no Estado áreas de Caatinga, uma das Grandes Regiões Naturais do planeta (Mittermeier *et al.*, 2003).

A fauna conhecida de vertebrados na Mata Atlântica é estimada em aproximadamente 2.000 espécies, das quais cerca de 600 são endêmicas (Fonseca *et al.*, 2004a). Existem perto de 270 espécies de mamíferos (89 endêmicos) (CI-Brasil *et al.*, 2000). O Cerrado apresenta diversidade e endemismo de vertebrados menor que a Mata Atlântica, mas a diversidade é ainda bem elevada (CI-Brasil & MMA, 1999), com mais de 1.300 espécies, das quais 195 são mamíferos (18 endêmicos) (Fonseca *et al.*, 2004b). Estima-se que a riqueza de espécies de mamíferos da Caatinga seja de aproximadamente 140 espécies, das quais apenas quatro seriam endêmicas (Fonseca *et al.*, em prep.). Zonas de transição entre biomas, as chamadas Zonas de Tensão Ecológica, ou ainda Ecótonos, geralmente apresentam faunas características de ambos os biomas.

Em termos gerais, pode-se dizer que as tipologias vegetais presentes em Minas Gerais (Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga) determinam conjuntos faunísticos relativamente característicos, mas muitas espécies, particularmente as de maior porte, não são exclusivas a uma ou outra tipologia. Para alguns grupos, como primatas (Cebidae, Callitrichidae e Pitheciinae) e roedores (Dasyproctidae), as barreiras zoogeográficas mais notáveis são a Serra do Espinhaço e alguns rios, como o Jequitinhonha, o Doce e o São Francisco.

Algumas espécies de mamíferos têm distribuição marginal no Estado. Por exemplo, os primatas *Callithrix kuhli*, *Callicebus melanochir* e *Cebus xanthosternus*, característicos da Mata Atlântica do Nordeste brasileiro, ocorrem em remanescentes desse bioma no nordeste de Minas Gerais, na região do vale do rio Jequitinhonha. O jupará (*Potos flavus*) tem distribuição periférica e foi só recentemente redescoberto no Estado (Melo *et al.*, 2005). Há poucos registros de cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*) em Minas Gerais, todos eles concentrados na região noroeste, em várzeas e veredas da bacia do rio São Francisco. O morcego *Xeronycteris vieirai*, recentemente

descrito (Gregorin & Ditchfield, 2005), é uma espécie típica de ambiente seco de Caatinga e Cerrado do Nordeste do Brasil, tendo sido registrada no nordeste do Estado em área cárstica associada à Caatinga arbórea (Nogueira *et al.*, 2007). Também são espécies características da Caatinga os roedores *Wiedomys pyrrohinus* e *Kerodon rupestris*, que, em função dessa especificidade ambiental, possuem distribuição marginal no Estado.

Muitas espécies de mamíferos, principalmente pequenos roedores ocorrentes em Minas Gerais, possuem distribuição restrita no Estado. Nessa categoria podemos incluir espécies com ocorrência associada a ambientes de altitude, como o roedor cricetídeo *Brucepattersonius griserufescens*, que ocorre no maciço do Caparaó (Oliveira & Bonvicino, 2006), e o equimídeo *Phyllomys mantiqueirensis*, da região de Delfim Moreira, na Serra da Mantiqueira (Leite, 2003). Outras espécies de mamíferos ocorrentes no Estado e que possuem distribuição geográfica restrita são o sagui-da-serra (*Callithrix flaviceps*), na porção leste da Mata Atlântica mineira, e o roedor *Euryoryzomys lamia*, conhecido apenas da localidade de rio Jordão, no município de Araguari (Chiarello *et al.*, 2008). Em contraste, mamíferos de médio e grande porte, como os carnívoros, tamanduás e tatus, possuem ampla distribuição no Estado.

Para morcegos, as informações sobre biologia, ecologia e biogeografia em Minas Gerais são tão escassas que é possível listar a maioria das publicações disponíveis. Em áreas de Mata Atlântica, há as publicações de Stallings *et al.* (1991), Aguiar *et al.* (1995), Pedro & Taddei (1998), Tavares & Anciães (1998), Tavares (1999), Garcia *et al.* (2000), Tavares & Taddei (2003), Nogueira *et al.* (2003), Aguiar & Marinho Filho (2007) e Tavares *et al.* (2007). Em áreas de Cerrado e de transição Cerrado/Mata Atlântica, há os trabalhos de Sazima & Sazima (1975), Sazima *et al.* (1978), Glass & Encarnação (1982), Isaac Jr. & Sábato (1994), Pedro & Taddei (1997), Pedro & Taddei (2002), Falcão *et al.* (2003) e Paglia *et al.* (2005). Áreas cársticas contam com registros provenientes de apenas três trabalhos: Grelle *et al.* (1997), Trajano & Gimenez (1998) e Almeida *et al.* (2002). Finalmente, apenas quatro levantamentos realizados em áreas urbanas e/ou periurbanas foram publicados (Camara *et al.*, 1999; Perini *et al.*, 2003; Stutz *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2005).



## Estado de Conservação

O atual Atlas de Áreas Prioritárias para Conservação de Minas Gerais (Drummond *et al.*, 2005) aponta um total de 50 áreas consideradas prioritárias para o grupo de mamíferos, algumas subdivididas em diferentes regiões que totalizam 74 unidades, sendo duas no bioma Caatinga, 25 no Cerrado e 47 na Mata Atlântica. Desse total, duas foram reconhecidas como de Especial Importância Biológica para conservação de Mamíferos, a APA Carste Lagoa Santa e a Região de Delfim Moreira, na Serra da Mantiqueira. Outras 20 áreas no Estado foram indicadas como de Extrema Importância Biológica. Muitas dessas áreas foram reconhecidas como prioritárias em função da ocorrência de espécies endêmicas e/ou ameaçadas de extinção.

Dentre os vertebrados, o grupo de mamíferos é um dos que possui, comparativamente, maior volume de informação disponível para subsidiar a realização de avaliações do status de conservação de espécies. O exercício recente para a Revisão da Lista de Espécies Ameaçadas do Estado de Minas Gerais (Drummond *et al.*, 2008) procurou avaliar cada uma das 236 espécies de mamíferos com ocorrência reconhecida no Estado, empregando as categorias e critérios da IUCN (2001), adaptados para avaliação em escala regional (IUCN, 2003). Das 236 espécies de mamíferos com ocorrência conhecida no Estado, mais da metade (136) foram consideradas Não-Ameaçadas, 45 como Deficientes em Dados, 11 como Quase Ameaçadas, uma como Regionalmente Extinta e 44 como ameaçadas (considerando duas subespécies de *Alouatta guariba*). Dos táxons ameaçados, 16 foram avaliados como Vulneráveis (VU); 21 Em Perigo (EN) e sete como Criticamente em Perigo (CR). A seguir cada grupo de mamíferos é tratado detalhadamente.

O grupo de pequenos mamíferos engloba as espécies das ordens Rodentia, Didelphimorphia e Lagomorpha. Para a avaliação do status de conservação dos pequenos mamíferos de Minas Gerais, foi elaborada uma listagem das espécies desse grupo que ocorrem no Estado. São conhecidas 108 espécies de pequenos mamíferos, em Minas Gerais, sendo 83 roedores, 24 marsupiais e um coelho. Dessas 108 espécies, oito foram consideradas como ameaçadas de extinção no Estado, uma na categoria Criticamente em Perigo, três na categoria Em Perigo e quatro na categoria Vulnerável. As principais ameaças são: destruição do habitat e desmatamento. As principais estratégias de conservação são: proteção do habitat, criação de Unidades de Conservação e pesquisa biológica. A maioria das espécies de pequenos mamíferos ameaçadas de extinção no Estado de Minas Gerais

é da família Echimyidae. Duas espécies de roedores da família Cricetidae, uma espécie de cutia (família Dasyproctidae) e um marsupial completam a lista de ameaçadas de Minas Gerais. Para uma parcela considerável da diversidade de pequenos mamíferos do Estado ainda não dispomos de informação científica suficiente para avaliar o status de conservação. Foram 22 espécies (20,5%) listadas na categoria Deficiente em Dados. Para essas espécies, a estratégia de conservação mais imediata é a pesquisa científica para gerar informação sobre ecologia populacional e distribuição geográfica. Estão nessa categoria 17 roedores e cinco marsupiais.

Setenta e sete espécies de morcegos, distribuídas em seis famílias das nove que ocorrem no Brasil, têm registros no Estado de Minas Gerais (Tavares *et al.*, 2008). Dessas, nove espécies foram incluídas na lista estadual de mamíferos ameaçados de extinção, recentemente revisada, sendo quatro espécies categorizadas com o status de “Vulnerável” e cinco como “Em Perigo”. As espécies constantes como “Em Perigo” (EN) na atual lista de Minas Gerais são: *Lionycteris spurrelli*, *Lonchophylla bokermanni*, *L. dekeyseri*, *Choeroniscus minor* (Chiroptera: Phyllostomidae, Glossophaginae), sendo essas espécies nectarívoras e *Phylloiderma stenops* (Chiroptera: Phyllostomidae, Phyllostominae), um morcego insetívoro “limpa-folhas”. *Lionycteris spurrelli* e *Phylloiderma stenops* foram registrados em uma única localidade em MG, a caverna Olhos D’Água, situada no vale do Peruaçu, área cárstica e de transição Cerrado/Caatinga, ao norte do Estado (Trajano & Gimenez, 1998). *Lonchophylla bokermanni* e *L. dekeyseri* foram descritas a partir de séries-tipo coletadas no Parque Nacional da Serra do Cipó e até recentemente acreditava-se que eram exclusivas do bioma Cerrado, sendo que aparentemente apenas *L. dekeyseri*, pode ser assim considerada. *Lonchophylla bokermanni* ocorre tanto no Cerrado quanto em áreas de Mata Atlântica. Desde a descrição de ambas, não há registros destas espécies em Minas Gerais, embora este fato esteja provavelmente ligado à ausência de inventários no Estado, sobretudo em cavidades. *Choeroniscus minor* é um morcego de ampla distribuição na Mata Atlântica e recentemente registrado no Cerrado (Esberárd, 2005). As espécies consideradas Vulneráveis (VU) de acordo com os resultados da última revisão da lista de ameaçados em MG são: *Diaemus youngi*, *Glyphonycteris behnii*, *G. sylvestris* e *Xeronycteris vieirai*. *Diaemus youngii* é uma espécie de morcego vampiro, predadora preferencialmente de aves, geralmente encontrada em baixas densidades, diferentemente do vampiro comum (*Desmodus rotundus*) e desassociada das questões relativas à epidemiologia da raiva. As espécies do gênero *Glyphonycteris* são insetívoros limpa-folhas, florestais, provavelmente associadas a ambientes mais conservados. *Xeronycteris vieirai* é uma espécie descrita recentemente (Gregorin & Ditchfield, 2005), com apenas um registro de ocorrência no norte de Minas Gerais (Nogueira *et al.*, 2007).

Dentre os 17 táxons de primatas reconhecidos no Estado de Minas Gerais, dez são considerados ameaçados de extinção. Dois táxons foram classificados como Criticamente em Perigo (CR), o bugio (*Alouatta guariba guariba*) e o macaco-prego-do-peito-amarelo (*Cebus xanthosternus*). As espécies listadas como Em Perigo (EN), são: miquiqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*), o macaco-prego-de-cristas (*Cebus robustus*), duas espécies de saúas (*Callicebus melanochir* e *C. personatus*) e três espécies de saguis (*Callithrix aurita*, *C. flaviceps* e *C. kuhlii*). Um único táxon foi considerado como Vulnerável, o guariba (*Alouatta guariba clamitans*). Duas espécies foram consideradas como Deficientes em Dados: o miquiqui-do-sul (*Brachyteles arachnoides*), que presumivelmente ocorre na porção mineira da Serra da Mantiqueira, apesar de que os registros na região podem se tratar de *B. hypoxanthus*, e uma outra espécie de macaco-prego (*Cebus libidinosus*), que ocorre no Cerrado, porém existe pouca informação sobre ecologia e distribuição dessa espécie em Minas Gerais. Um fato agravante, mas não exclusivo ao grupo de primatas, é a introdução ou soltura de espécies exóticas, que têm se tornado invasoras nos habitats ocupados pelas espécies nativas. É o caso dos saguis endêmicos do Cerrado ou da Mata Atlântica do Nordeste brasileiro (*Callithrix penicillata* e *C. jacchus*, respectivamente). Ambas as espécies são encontradas em boa parte dos fragmentos florestais de regeneração secundária do leste e zona da mata mineiros. Em algumas dessas regiões ocorrem saguis nativos, como o *C. aurita* e o *C. flaviceps*, ameaçados de extinção. O contato entre as espécies nativas e as introduzidas tem gerado cruzamentos entre parentais puros e consolidação de grupos híbridos, diminuindo a variabilidade inerente de cada espécie, eliminando os saguis nativos de suas áreas de ocorrência e descaracterizando geneticamente as espécies originais. Mendes & Melo (2007) descrevem essa situação com clareza nos arredores de Manhuaçu, onde a espécie nativa tem sua distribuição em fragmentos mais distantes da cidade, ao contrário das espécies exóticas, com ocorrência mais concentrada nos arredores imediatos de Manhuaçu, mostrando um padrão de soltura aleatória e ocupação dos fragmentos e competição direta com a espécie nativa. O real impacto dessas invasões ainda merece maiores estudos.

Uma espécie de carnívoro, a ariranha (*Pteronura brasiliensis*), foi considerada Regionalmente Extinta em Minas Gerais, e outras dez foram classificadas dentro de alguma categoria de ameaça de extinção, sendo duas “Criticamente Em Perigo” (o cachorro-do-mato-vinagre, *Speothos venaticus* e a onça-pintada *Panthera onca*), três na categoria “Em Perigo” e cinco Vulneráveis. A degradação de habitats é a principal causa de declínio para as populações de carnívoros no Estado, a exemplo

de outras regiões, mas disseminação de doenças e caça também são ameaças significativas. A questão de conflito envolvendo predação de animais domésticos aflige a maioria dos carnívoros. Além de praticamente todos os felinos, envolvidos na predação de bovinos, ovinos, caprinos (onça-pintada e onça-parda) ou animais de menor porte como aves (demais espécies), outras espécies também predam animais domésticos e são perseguidas por isso. As lontras, por exemplo, podem ser um problema sério em áreas de piscicultura. Porém a gravidade do problema é constantemente superestimada pelos proprietários e mesmo a percepção destes sobre as principais espécies causadoras de danos pode ser enviesada. Um exemplo emblemático é o do lobo-guará, considerado quase que invariavelmente pelos fazendeiros como o principal predador de galinhas e perseguido por este motivo. Porém, ainda que se confirmem casos de predação por esta espécie, a maioria dos eventos é causada por outros carnívoros selvagens, cães domésticos e mesmo espécies de outras ordens, como tatus e gambás (Santos, 2007).

Outras duas espécies do que era conhecido como Ordem Xenarthra (tatus, tamanduás e preguiças), o tatu-canastra (*Priodontes maximus*, atualmente Ordem Cingulata) e o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*, Ordem Pilosa) são considerados ameaçados de extinção, o primeiro na categoria Em Perigo e o segundo na categoria VU. Figuram também como ameaçados na atual lista a anta (*Tapirus terrestris*, na categoria EN) e quatro espécies da Ordem Artiodactyla, o cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus* - CR), o veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus* - EN), a queixada (*Tayassu pecari* - CR) e o cateto (*Pecari tajacu* - VU).

## Infraestrutura e Recursos Humanos

### Pesquisadores e coleções de Mamíferos no Estado de Minas Gerais

De acordo com a CAPES, há em Minas Gerais 36 Instituições de Ensino Superior (Federais, Estaduais e Particulares) que oferecem cursos de pós-graduação *stricto sensu* (Mestrado profissional, Mestrado Acadêmico e Doutorado). Desse total, apenas oito IES no Estado possuem cursos de pós-graduação capacitados para estudos sobre diversidade de mamíferos. São 13 cursos divididos nas áreas de Ecologia, Zoologia, Conservação da Natureza e Genética. Uma consulta ao site desses 13 cursos mostra que cinco não indicam, em suas linhas de pesquisa ou no currículo dos

professores credenciados, se realizam estudos sobre diversidade de mamíferos. Apenas um curso em Minas Gerais (Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre, na UFMG) forma doutores aptos a trabalhar com diversidade de mamíferos. Considerando a lista de docentes credenciados que orientam nesses oito cursos de pós-graduação em Minas Gerais, nota-se que são apenas 14 doutores que estão formando novos pesquisadores trabalhando com diversidade de mamíferos. Apesar de frequentemente mencionado, o maior volume de informações sobre mamíferos, quando comparado com outros grupos taxonômicos, não se reflete na quantidade de formadores de recursos humanos atuando em IES no Estado. Isso significa que para quantificar e qualificar a diversidade de mamíferos em Minas Gerais, ainda dependemos fortemente de pesquisas realizadas e/ou promovidas por IES de outros Estados, principalmente São Paulo e Rio de Janeiro. Apenas para comparação, somente na cidade no Rio de Janeiro estão credenciados para orientar em cursos de pós-graduação 12 doutores especialistas em mamíferos.

Não é possível realizar o levantamento de todos os pesquisadores que estudam mamíferos em Minas Gerais, pois não existe esse cadastro em nenhuma base de dados. Portanto, decidimos neste diagnóstico não produzir uma lista com os nomes de todos os pesquisadores, já que alguns nomes seriam desconsiderados. Para a elaboração do diagnóstico, a Fundação Biodiversitas enviou convites para os pesquisadores do Estado e de outras instituições sediadas em outros Estados para que fizessem o cadastro no site do projeto, indicassem as pesquisas com as quais estão envolvidos (ou estiveram, no caso de pesquisas já encerradas), além de outras informações relevantes para a estruturação do Biota Minas. Após um primeiro período de recebimento dos cadastros, optou-se em divulgar mais amplamente a possibilidade de qualquer pesquisador se cadastrar. Ao final do processo, um total de 56 pesquisadores especialistas em mamíferos fizeram o cadastro, mas somente 35 pesquisadores completaram todos os campos de dados solicitados na consulta.

Das 126 pesquisas cadastradas, foram registrados 204 produtos gerados, sendo grande parte (26%) relacionada a relatórios técnicos geralmente não publicados. Uma proporção considerável das pesquisas cadastradas deu origem a teses ou dissertações (25%) e artigos científicos (22%). Para a maioria das pesquisas cadastradas (61%), o pesquisador indicou que o nível taxonômico de estudo foi a espécie, enquanto 59% indicaram que existe material testemunho (espécimes ou DNA) depositado em coleções científicas. Menos da metade (46%) das pesquisas cadastradas foram realizadas dentro de Unidades de Conservação. Cerca de 37% das pesquisas são de curto prazo (até

um ano) e 65% contam com financiamento. Dentre as que receberam recursos públicos, o CNPq foi indicado como fonte de 32% das pesquisas financiadas, seguido pela CAPES (27%) e FAPEMIG (25%). O Terceiro Setor (ONGs) e o Setor Energético também contribuem de maneira relevante para pesquisas com mamíferos no Estado. Com relação aos valores de apoio financeiro, 20% das pesquisas cadastradas receberam entre R\$20 mil a R\$50 mil, e 15% receberam acima de R\$50 mil nos últimos 10 anos.

## Prioridades e Perspectivas

Conforme colocado acima, a Fundação Biodiversitas enviou convite para os pesquisadores de mamíferos que trabalham no Estado de Minas Gerais e em instituições fora dele. Os pesquisadores que responderam à consulta indicaram 47 pesquisas prioritárias para o grupo dos mamíferos em Minas Gerais. A partir dessa amostragem, é possível apontar as principais Prioridades e Perspectivas para melhorar o nível de conhecimento sobre a fauna de mamíferos no território mineiro.

Das 47 pesquisas apontadas na consulta, 41 (87%) indicam que pesquisas em Conservação de mamíferos têm Alta Prioridade no Estado, 40 (85%) consideram também como Alta Prioridade as pesquisas envolvendo Distribuição Geográfica, e 34 (72%), as pesquisas relacionadas a Inventário Biológico. Curiosamente, talvez em função do pequeno número de pesquisadores em Minas Gerais especializados em Taxonomia e Sistemática de mamíferos, apenas 30% das respostas apontaram como Alta Prioridade as pesquisas em Taxonomia. Merecem destaque também as pesquisas relacionadas com Aplicações Tecnológicas e Uso Sustentável, pois foram as mais indicadas (dez respostas dentre as 47 cadastradas) como tendo Baixa Prioridade de investimentos. A maioria das pesquisas indicadas (cerca de 64%) devem ser conduzidas no longo prazo.

Para levar a cabo a realização das pesquisas consideradas prioritárias pela comunidade de pesquisadores em mamíferos de Minas Gerais, foi solicitado que cada pesquisador indicasse quais itens e recursos são prioritários. Os recursos mais indicados como de Alta Prioridade foram: **Material Permanente** (citado em cerca de 68% das respostas) e **Transporte** (64%). Interessante destacar que cerca de 42% e 39% das respostas consideraram como de Alta Prioridade investimentos,

respectivamente, em **Capacitação**, o que envolve bolsas de pesquisa e treinamentos; e **Publicação**, reflexo de que a comunidade científica sente necessidade de maior apoio para ampliação e divulgação de conhecimento científico sobre a biodiversidade de mamíferos no Estado de Minas Gerais.

Sintetizando, a amostragem entre os pesquisadores indica que devem ser encarados como prioridade em Minas Gerais estudos para conhecer, proteger e divulgar a diversidade de mamíferos do Estado. Há poucas linhas oficiais de pesquisa que apoiam especificamente a realização de inventários biológicos de qualidade e estudos sistemáticos dos animais coligidos. Cobrindo essa lacuna, muito da informação sobre mamíferos no Estado vem sendo produzida no âmbito dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) que, apesar de importantes, possuem enorme heterogeneidade em termos de qualidade e esforço amostral. Além disso, a grande maioria dos resultados desses estudos não é divulgada para a comunidade científica em geral, ficando restrita ao limitado universo dos Relatórios de Impacto Ambiental de posse dos órgãos ambientais estaduais ou das empresas que contratam os estudos.

Particularmente preocupante é a situação das coleções científicas sediadas em Minas Gerais, que são o destino final de todos os animais coletados, tanto nos EIA quanto daqueles provenientes de pesquisas acadêmicas. Para o desenvolvimento do conhecimento sobre a biodiversidade de Minas, urge o fomento da pesquisa sistemática sólida, incluindo estudos aprofundados e exaustivos de nossas coleções (Gregorin, 2003; Gregorin & Tavares, 2008). Para o desenvolvimento de estudos em sistemática no Estado é fundamental a formação de bons profissionais, um investimento em curadoria, incluindo desde pessoal de nível técnico até altamente qualificado, e um fluxo constante de formação de pessoal para lidar com a elevada diversidade de espécies do Estado. As coleções e os estudos sistemáticos das mesmas formam a base para a fundamental implantação de amplo e bem direcionado esforço para a quantificação, qualificação e divulgação da biodiversidade de mamíferos no Estado, resgatando a posição de destaque que Minas Gerais construiu no esteio dos trabalhos de grandes pesquisadores e naturalistas, exímios coletores e sistematistas como Peter Lund e João Moojen de Oliveira.

## Referências Bibliográficas

- Aguiar, L.M.S. & J.S. Marinho-Filho, J. S. 2007. Bat Frugivory in a Remnant of Southeastern Brazilian Atlantic Forest. *Acta Chiropterologica* 9:251-260.
- Aguiar, L.M.S., M. Zortéa & V.A. Taddei. 1995. New records of bats for the Brazilian Atlantic Forest. *Mammalia* 59(4):667-671.
- Aguirre, A.C. 1971. O mono *Brachyteles arachnoides* (E.Geoffroy). Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Almeida E.O., E.C. Moreira, L.A.B. Naveda & G.P.Herrmann. 2002. Combat of *Desmodus rotundus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) in the Cordisburgo and Curvelo karstic region, Minas Gerais, Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte*, 54(2):117-126.
- Ávila-Pires, F.D. de & E. Gouvea. 1977. Mamíferos do Parque Nacional do Itatiaia. *Boletim do Museu Nacional, Zoologia* 29:1-29.
- Ávila-Pires, F.D. de 2005. João Moojen (1904-1985). *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro* 63(1):7-12.
- Bokermann, W.A. 1957. Atualização do itinerário da viagem do Príncipe de Wied ao Brasil (1815-1817). *Arquivos de Zoologia* 10:209-251.
- Cadastro das Coleções Zoológicas do Brasil 2008. Disponível em: [www.cria.org.br/200/lista](http://www.cria.org.br/200/lista). Acesso em: agosto de 2008.
- Camara, E.M.V.C., P.E. Guimarães-Filho & S.A. Talamoni. 1999. Mamíferos das áreas de proteção especial de mananciais da Mutuca, Barreiro e Fechos na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. *Bios* 7(7):57-64.
- Cartelle, C. 2002. Peter W. Lund, a naturalist of several sciences. *Lundiana* 3(2):83-85.
- Chiarello, A.G., L.M. de S. Aguiar, R. Gregorin, A. Hirsch, F.R. de Melo, A.P. Paglia, F.H.G. Rodrigues. 2008. Mamíferos Ameaçados de Extinção em Minas Gerais. In: G.M. Drummond, A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann. *Listas vermelhas das espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Conservação Internacional do Brasil - CI-BRASIL, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPÊ, Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo & Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais - IEF-MG. 2000. *Avaliação e ações prioritárias para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 40p.
- Conservação Internacional do Brasil - CI-BRASIL & Ministério do Meio Ambiente - MMA. 1999. *Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade do Cerrado e Pantanal*. Sumário Executivo. Belo Horizonte, MG. 26p.
- Drummond G.M., C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini. 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas. 222p.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann. 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Esbérard C.E.L., J.A. Motta & C. Perigo. 2005. Morcegos cavernícolas da Área de Proteção Ambiental (APA) Nascentes do Rio Vermelho, Goiás. *Revista brasileira de Zoociências* 7:311-325
- Falcão, F.C., V.F. Rebelo & S.A. Talamoni. 2003. Structure of a bat assemblage (Mammalia, Chiroptera) in Serra do Caraça Reserve, south-east Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(2):347-350.
- Fittkau, E.J. 2001. Johann Baptist Ritter von Spix: primeiro zoólogo de Munique e pesquisador no Brasil. *História, Ciências, Saúde* 8(supl.):1109-1135.
- Fonseca, G.A.B., A.B. Rylands, A.P. Paglia & R.A. Mittermeier. 2004a. Atlantic Forest, p.84-88. In: R.A. Mittermeier, P. Robles-Gil, M. Hoffmann, J.D. Pilgrim, T.M. Brooks, C.G. Mittermeier & G.A.B. Fonseca (org.). *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecosystems*. CEMEX, Agrupación Serra Madre, S.C., México.
- Fonseca, G.A.B., R.B. Cavalcanti, A.B. Rylands & A.P. Paglia. 2004b. Cerrado, p.93-97. In: R.A. Mittermeier, P. Robles-Gil, M. Hoffmann, J.D. Pilgrim, T.M. Brooks, C.G. Mittermeier & G.A.B. Fonseca (org.). *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecosystems*. CEMEX, Agrupación Serra Madre, S.C., México.
- Fonseca, G.A.B., G.P. Herrmann, Y.L.R. Leite, R.A. Mittermeier, A.B. Rylands & J.L. Patton. 1996. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. *Occ. Pap. Conserv. Biol.* 4:1-38.
- Fonseca, G.A.B., A.P. Paglia, A.B. Rylands, G.P. Hermann, L. Aguiar, A.G. Chiarello, Y.L. Leite, L.P. Costa, S. Siciliano, M.C. Kierulff, S.M. Lucena, V. Tavares, R.A. Mittermeier & J.L. Patton. (em prep.). Revisão da Lista Anotada de Mamíferos do Brasil. *Occasional Papers in Conservation Biology*.
- Garcia, Q.S., J.L.P. Rezende, & L.M.S. Aguiar. 2000. Seed dispersal by bats in a disturbed area of Southeastern Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 48(1):51-56.



- Glass B.P. & C. Encarnação. 1982. On the bats of western Minas Gerais, Brasil. *Occasional Papers, Museum of Texas Tech University, Lubbock*, 79:1-8.
- Gregorin, R. & A.D. Ditchfield. 2005. New genus and species of nectar-feeding bat in the tribe Lonchophyllini (Phyllostomidae: Glossophaginae) from northeastern Brazil. *Journal of Mammalogy* 86:403-414.
- Grelle C.E., M.T. Fonseca, R.T. Moura & L.M.S. Aguiar. 1997. Bats from Karstic Area on Lagoa Santa, Minas Gerais: a preliminary survey. *Chiroptera Neotropical* 3(1): 68-70.
- Hershkovitz, P. 1977. *Living New World Monkeys*. Chicago/Londres. The University of Chicago Press.
- Hershkovitz, P. 1987. A history of the recent mammalogy of the Neotropical region from 1492 to 1850. *Fieldiana, Zoology* 39:11-98.
- Isaac Jr., J.B. & E.L. Sábato. 1994. Caracterização da fauna de morcegos (Mammalia, Chiroptera), na área de influência da variante ferroviária Capitão Eduardo Costa Lacerda no município de Caeté, Minas Gerais. *Revista Bios* 2(2):25-29.
- IUCN. 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN. 2003. *Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.0*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Leite, Y.R.L. 2003. *Evolution and systematics of the Atlantic tree rats, genus Phyllomys (Rodentia, Echimyidae), with description of two new species*. University of California Publications, Zoology volume 132. University of California Press, Berkeley.
- Melo, F.R., E.F. Barbosa, S.L.F. Souza, D.S. Ferraz, E.R. Rodes, S.M. Souza, M.B. Faria, M.S. Nery, B.A.P. Cosenza & F.S. Lima. 2005. Redescoberta do jupará, *Potos flavus* Schreber, 1774 (Carnivora: Procyonidae) no Estado de Minas Gerais, Sudeste do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 18:5-13.
- Mendes, C.L.S. & F.R. Melo. 2007. Situação atual do sagüi-da-serra (*Callithrix flaviceps*) em fragmentos florestais da Zona da Mata de Minas Gerais. In: J. C. Bicca-Marques (ed.). *A Primatologia no Brasil* – 10. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Primatologia e PUCRS. p.163-180.
- Miranda-Ribeiro, A. 1905. Vertebrados do Itatiaya (Peixes, Serpentes, Saurios, Aves e Mamíferos). Resultados de uma excursão do Sr. Carlos Moreira, Assistente da Seção de Zoologia do Museu Nacional. *Arquivos do Museu Nacional* 13:163-189.
- Mittermeier, R.A., G.A.B. Fonseca, A.B. Rylands & K. Brandon. 2005. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. *Megadiversidade* 1(1):14-21
- Mittermeier, R.A., C.G. Mittermeier, T.M. Brooks, J.D. Pilgrim, W.R. Konstant, G.A.B. Fonseca & C. Kormos. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 100:10309–10313.
- Mittermeier, R.A., P.R. Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, J. Brooks, C.G. Mittermeier, J. Lamourux & G.A.B. Fonseca (org.). 2004 *Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. CEMEX, Washington, DC.
- Moojen, J. 1952. *Os Roedores do Brasil*. Ministério de Educação e Saúde, Instituto Nacional do Livro, Rio de Janeiro.
- Myers, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-858.
- Nogueira, M.R., D. Dias & A.L. Peracchi. 2007. Subfamília Glossophaginae, p.45-59. In: N.R. dos Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima. (org.). *Morcegos do Brasil*. Londrina, PR.
- Nogueira, M.R., V.C. Tavares & A.L. Peracchi. 2003. New records of *Uroderma magnirostrum* Davis (Mammalia, Chiroptera) from southeastern Brazil, with comments on its natural history. *Revista Brasileira de Zoologia* 20(4):691-697.
- Oliveira, J.A. de & S.M. Franco. 2005. A coleção de mamíferos do Serviço Nacional de Peste no Museu Nacional, Rio de Janeiro, Brasil. *Arquivos do Museu Nacional* 63(1):13-30.
- Paglia, A.P., M.O.G. Lopes, F.A. Perini & H.M. Cunha. 2005. Mammals of the Estação de Preservação e Desenvolvimento Ambiental de Peti (EPDA-Peti), São Gonçalo do Rio Abaixo, Minas Gerais, Brazil. *Lundiana* 6(supl.):89-96.
- Pedro, W.A. & V.A. Taddei. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N. Sér.)* 6: 3-21.
- Pedro, W.A. & V.A. Taddei. 1998. Bats from southwestern Minas Gerais, Brasil (Mammalia: Chiroptera). *Chiroptera Neotropical* 4(1):85-88.
- Pedro, W.A. & V.A. Taddei. 2002. Temporal distribution of five Phyllostomidae species from Panga Reserve, Southeastern Brazil (Chiroptera: Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 19(3):951-954.
- Pelzeln, A. von. 1883. Brasilische Säugethiere: Resultate von Johann Natterer reisen in den Jahren 1817 bis 1835. *Verh. Zool. Bot. Ges. Wien* 33(supl.):1-136.

- Perini, F.A., V.C. Tavares & C.M.D. Nascimento. 2003. Bats from the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical*, 9(1-2):169-173.
- Perini, F.A., V.C. Tavares & C.M.D. Nascimento. 2003. Bats from the city of Belo Horizonte, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical* 9(1-2):169-173.
- Reis, N.R., A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima. 2006. *Mamíferos do Brasil*. Londrina, 437p.
- Santos, J.P. 2007. Análise quantitativa e métodos preventivos de predação de animais domésticos por canídeos selvagens no entorno do Parque Nacional da Serra da Canastra. *Monografia de graduação*. Centro Universitário de Formiga. Formiga, Minas Gerais. 68p.
- Sazima, I., L.D. Vizotto & V.A. Taddei. 1978. Uma nova espécie de *Lonchophylla* da Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Biologia* 38(1):81-89.
- Sazima, M. & I. Sazima. 1975. Quiropterofilia em *Lafoensia pacari* St.Hil. (Lythraceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais. *Ciência e Cultura* 27(4):405-416.
- Silva, R.; Perini, F. A. & Oliveira, W. R. 2005. Bats from the city of Itabira, Minas Gerais, Southeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical*, 11(1-2): 216-219.
- Stallings, J.R., L.P.S. Pinto, L.M.S. Aguiar & E.L. Sábato. 1991. Mamíferos do Parque Florestal Estadual do Rio Doce. *Revista Brasileira de Zoologia* 7(4): 663 - 677.
- Straube, F.C. 2000. Johann Natterer (1787-1843): naturalista-maior do Brasil. *Nattereria* 1:4-13.
- Stutz, W.H., M.C. Albuquerque, W. Uieda, E.M. Macedo & C.B. França. 2004. Updated list of Uberlândia bats (Minas Gerais State, Southeastern Brazil). *Chiroptera Neotropical*, 10(1-2):188-190.
- Tavares, V.C., R. Gregorin & A.L. Peracchi. 2008. A diversidade de morcegos no Brasil. In: Susi Pacheco; Marta Fabião & Carlos Esbérard (org.). *Morcegos do Brasil: Biologia, Sistemática, Ecologia e Conservação*. Porto Alegre: USEB-União Sul-Americana de Estudos da Biodiversidade.
- Tavares, V.C. & M. Anciães. 1998. Artificial Roosts and Diet of Some Insectivorous Bats in the Parque Estadual do Rio Doce, Brazil. *Bat Research News* 39(3):142.
- Tavares, V.C.; Perini, F.A. & Lombardi, J. A. 2007. The bat communities (Chiroptera) of the Parque Estadual do Rio Doce, a large remnant of Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Lundiana (UFMG)*, v. 8, p. 35-47.
- Tavares, V.C. & V.A. Taddei. 2003. Range extension of *Micronycteris schmidtorum* Sanborn 1935 (Chiroptera: Phyllostomidae) to the Brazilian Atlantic forest, with comments on taxonomy. *Mammalia* 67(3):463-467.
- Tavares, V.C. 1999. Flight Morphology, diet, and composition of a bat assemblage (Mammalia: Chiroptera) at the Rio Doce State Park, Southeast Brazil. *Chiroptera Neotropical* 5(1-2):117-118.
- Trajano, E. & E.A. Gimenez. 1998. Bat community in a cave from eastern Brazil, including a new record of *Lionycteris* (Phyllostomidae, Glossophaginae). *Stud. Neot. Fauna Environ.* 33:69-75.
- Vanzolini, P.E. 1993. As viagens de Johan Natterer no Brasil, 1817-1835. *Papéis Avulsos de Zoologia* 38(3):17-60.
- Vanzolini, P.E. 2004. *Episódios da Zoologia Brasileira*. Editora UCI-TEC, São Paulo.
- Wied-Neuwied, M. 1958. *Maximiliano (Príncipe de Wied-Neuwied): Viagem ao Brasil*. Segunda edição refundida e anotada por Olivério Pinto. Companhia Editora Nacional, São Paulo.

# Análise do Banco de Dados

da área temática  
“Diversidade de Vertebrados”

## Perfil dos Pesquisadores Cadastrados

Um total de 111 pesquisadores da área temática “Diversidade de Vertebrados” (que incluiu os grupos de Mamíferos, Aves, Peixes, Répteis e Anfíbios) se cadastraram no Banco de Dados do projeto de estruturação do Biota Minas. Destes, cerca de 60% reportaram desenvolver pesquisa em 33 áreas/subáreas do conhecimento (Quadro 1), segundo a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com destaque para as linhas de Conservação das Espécies Animais (36), Taxonomia dos Grupos Recentes (26), Ecologia Aplicada (23), Comportamento Animal (21), Ciências Biológicas (20), Ecologia (18), Zoologia e Morfologia dos Grupos Recentes (17) e Ecologia de Ecossistemas (15).

**Quadro 1.** Resultado da pesquisa sobre as principais linhas de pesquisa desenvolvidas pelos pesquisadores da área “Diversidade de Vertebrados”

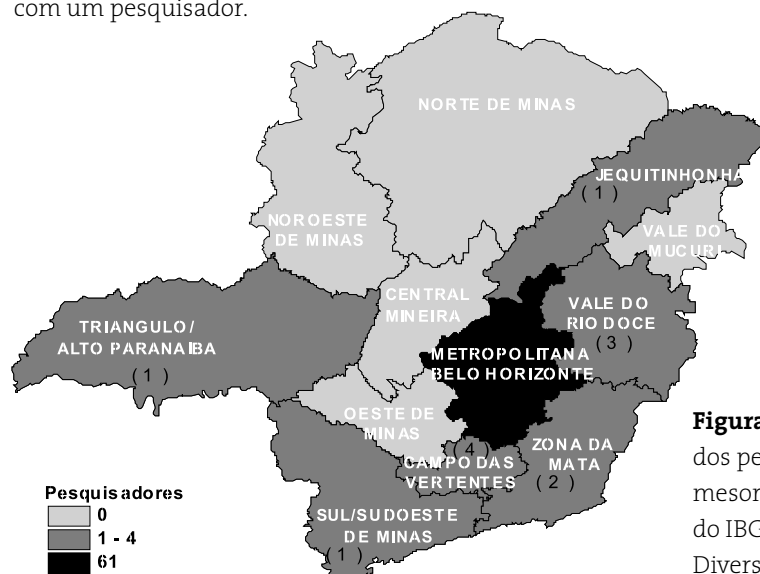
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Conservação das Espécies Animais	36
Taxonomia dos Grupos Recentes	26
Ecologia Aplicada	23
Comportamento Animal	21
Ciências Biológicas	20
Ecologia	18
Zoologia; Morfologia dos Grupos Recentes	17
Ecologia de Ecossistemas	15

continua >

continuação

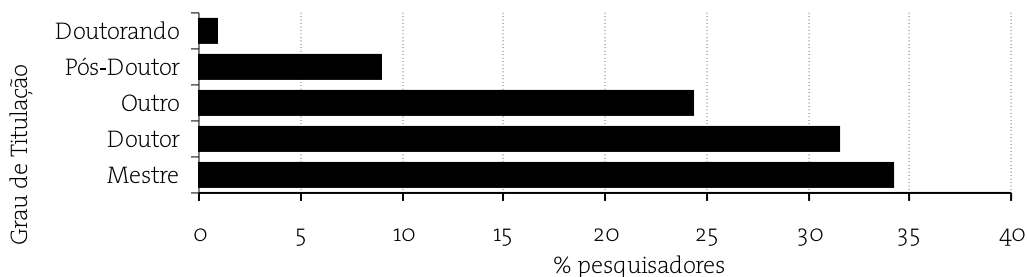
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Zoologia Aplicada	6
Anatomia Animal; Biologia Geral; Genética Animal	3
Ecologia Teórica; Controle Populacional de Animais; Saúde Pública	2
Conservação de Paisagens; Ciências Agrárias; Fitogeografia; Citologia e Biologia Celular; Controle de Enchentes e de Barragens; Ecologia de pequenos mamíferos: dieta e dispersão de sementes por roedores e marsupiais ; Epidemiologia; Genética Molecular e de Microorganismos; Gerenciamento Ambiental ; Hidrologia; Histologia; Legislação Ambiental; Paleozoologia; Parasitologia; Qualidade do Ar das Águas e do Solo; Utilização dos Animais; Embriologia	1

No que diz respeito à distribuição locacional dos pesquisadores no Estado de Minas Gerais (Figura 1), considerando as mesorregiões de planejamento do IBGE, a grande maioria dos pesquisadores que responderam à consulta possui vínculo com instituições localizadas na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (61 pesquisadores), seguida das mesorregiões Campo das Vertentes (4), Vale do Rio Doce (3), Zona da Mata (2), Jequitinhonha, Sul/sudoeste de Minas e Triângulo/Alto Paranaíba, com um pesquisador.



**Figura 1.** Distribuição locacional dos pesquisadores segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE, para a área temática Diversidade de Vertebrados (N=73).

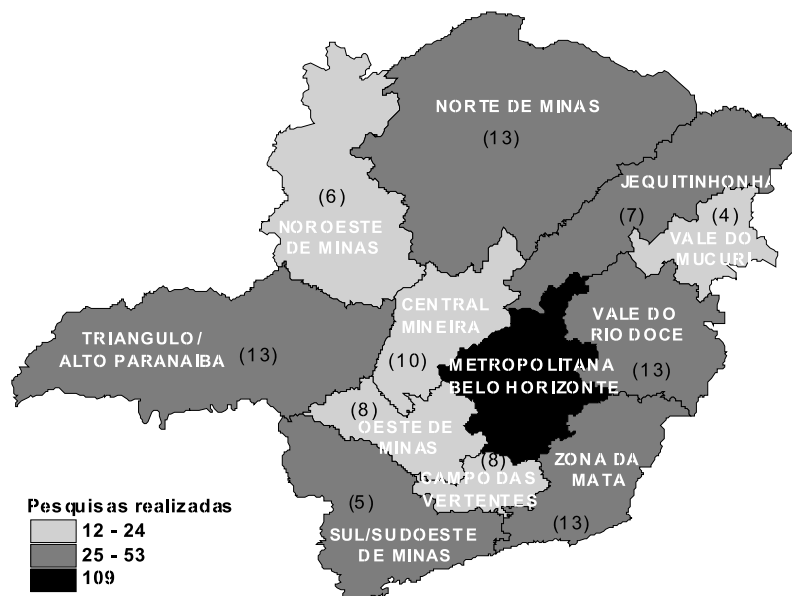
Quanto à titulação dos pesquisadores que se cadastraram na consulta (Figura 2), 34% apresentaram grau de Mestre e 32% de Doutor. Os doutorandos representaram 2% enquanto 24% dos pesquisadores cadastrados indicaram a opção “outro” para os certificados de formação obtidos.



**Figura 2** Grau de titulação dos pesquisadores cadastrados para a área temática Diversidade de Vertebrados (N=111).

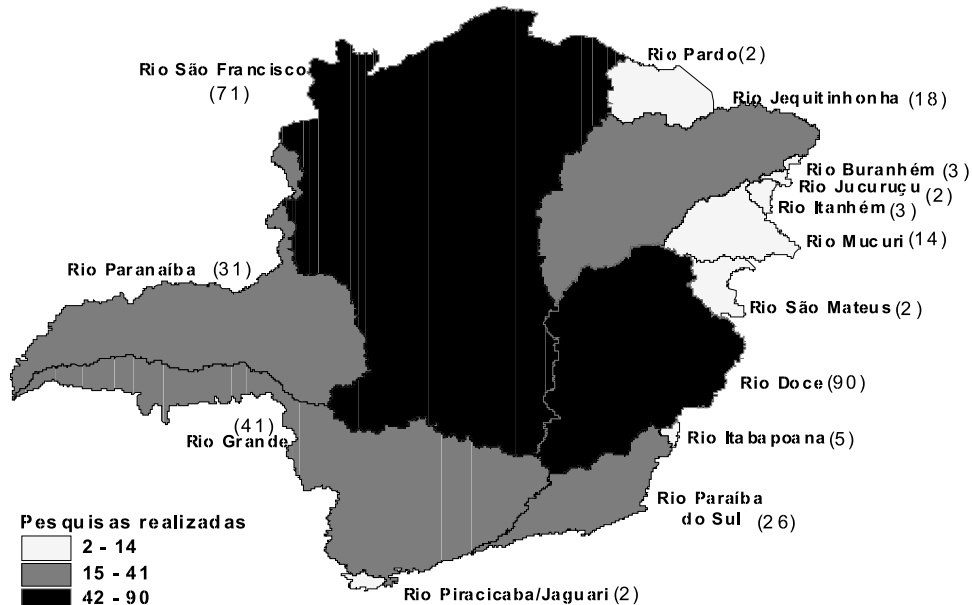
## Pesquisas desenvolvidas e lacunas existentes

Ao todo, foram cadastradas 439 pesquisas desenvolvidas no Estado de Minas Gerais envolvendo o tema Diversidade de Vertebrados. Destas, 109 pesquisas relacionam-se à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 3). Para as mesorregiões Central Mineira, Campo das Vertentes, Vale do Mucuri, Oeste de Minas e Noroeste de Minas não houve cadastro de pesquisas. Relacionando-se a distribuição das pesquisas às bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Figura 4), 313 pesquisas apontaram sua localização com base nesta unidade de planejamento territorial, sendo a maior parte realizada nas bacias dos rios Doce (90), São Francisco (71), Grande (41), Paranaíba (31), Paraíba do Sul (26), Jequitinhonha (18) e Mucuri (14). Para todas as demais bacias, foram registradas menos de seis pesquisas.

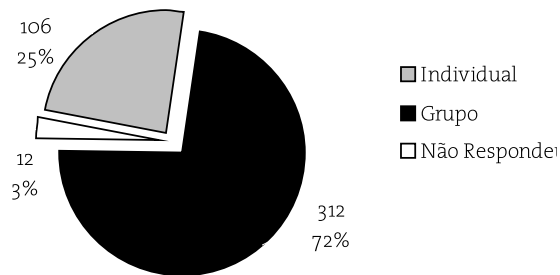


**Figura 3.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por mesorregião do IBGE, para a área temática Diversidade de Vertebrados (N=438).

Quanto ao grau de participação nas pesquisas, se individual ou em grupo, a maioria das respostas foi para pesquisas realizadas em grupo (73%), enquanto que apenas 24% do total foram desenvolvidas individualmente (Figura 5).

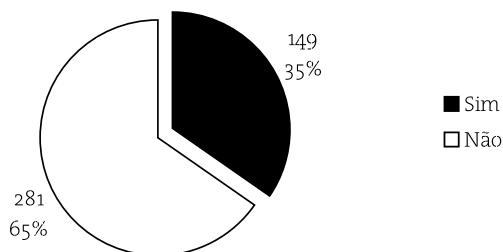


**Figura 4.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por bacia hidrográfica do Estado de Minas Gerais, para a área temática Diversidade de Vertebrados (N=313).

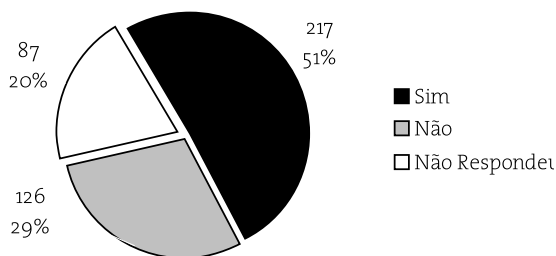


**Figura 5.** Grau de participação das pesquisas (número e percentagem) da área temática Diversidade de Vertebrados (N = 430).

Sobre o desenvolvimento das pesquisas nas Unidades de Conservação do Estado, somente 35% delas foram realizadas em Unidades de Conservação (Figura 6) e em 51% das mesmas o material testemunho foi depositado em coleções (Figura 7), sendo cerca de 70% (todo ou parte do material), em Minas Gerais.



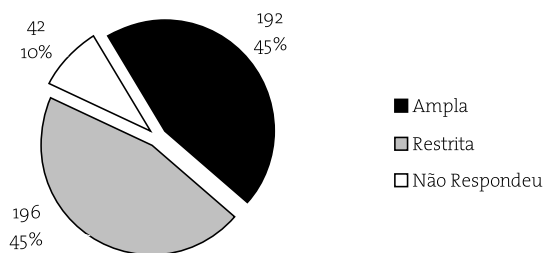
**Figura 6.** Número e porcentagem de pesquisas realizadas em Unidades de Conservação (número e porcentagem), da área temática Diversidade de Vertebrados (N = 430).



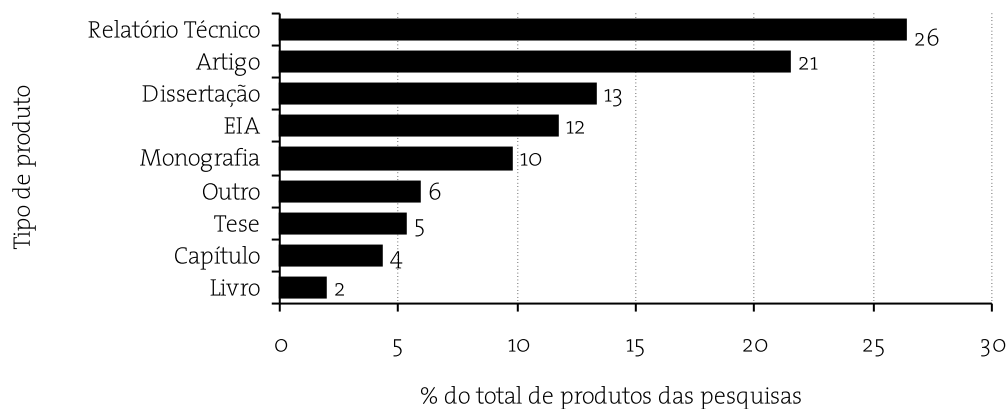
**Figura 7.** Número e porcentagem de pesquisas da área temática Diversidade de Vertebrados, com material biológico depositado em coleções (N = 430).

Com relação à acessibilidade aos resultados das pesquisas, 45% das pesquisas se enquadraram na categoria de amplo acesso, a mesma porcentagem foi também verificada para a opção correspondente a acesso restrito (Figura 8). A maioria dos produtos gerados pelas pesquisas (Figura 9) foi no formato de Relatório Técnico (26%), Artigo Científico (21%), Dissertação (13%), EIA (12%) e Monografia (10%).



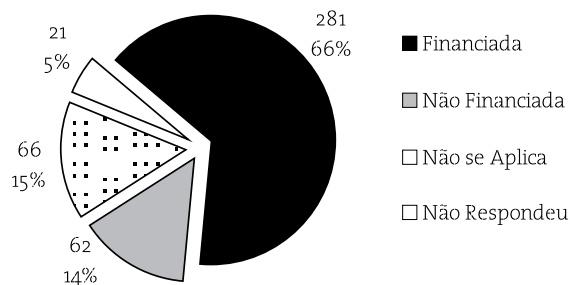


**Figura 8.** Nível de acessibilidade aos resultados das pesquisas da área temática Diversidade de Vertebrados (N = 430).



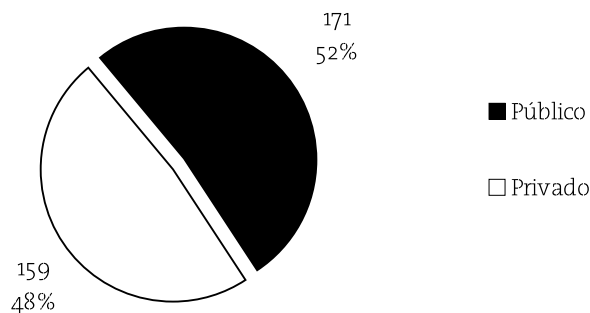
**Figura 9.** Modalidades de produtos resultantes das pesquisas da área temática Diversidade de Vertebrados (N = 512).

Sobre o item “Financiamento” (Figura 10), mais da metade das pesquisas cadastradas (66%) tiveram aporte de financiamento, enquanto que apenas 14% não tiveram apoio financeiro.



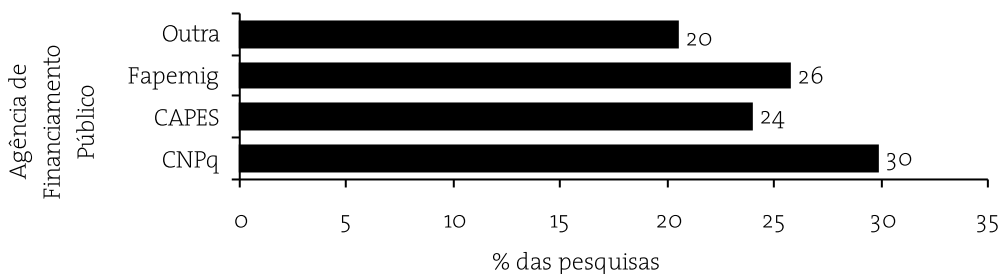
**Figura 10.** Número e porcentagem de pesquisas com ou sem aporte de financiamento, para a área temática Diversidade de Vertebrados (N = 430).

Das pesquisas financiadas (Figura 11), cerca de 52% do financiamento foram originados de instituições públicas, enquanto que 48% das pesquisas foram financiadas por fontes privadas.



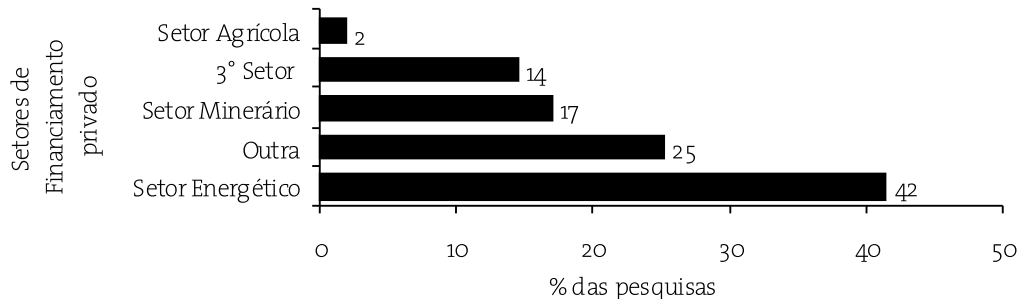
**Figura 11.** Número e porcentagem das pesquisas financiadas, segundo a origem do financiamento, para a área temática Diversidade de Vertebrados (N = 330).

Dos financiamentos públicos, 54% foram de instituições públicas em âmbito nacional, CNPq (30%) e CAPES (24%), enquanto que 26% das pesquisas foram financiadas pela FAPEMIG, da esfera estadual. A opção “outras” foi assinalada para 20% das pesquisas com aporte de financiamento do setor público (Figura 12).



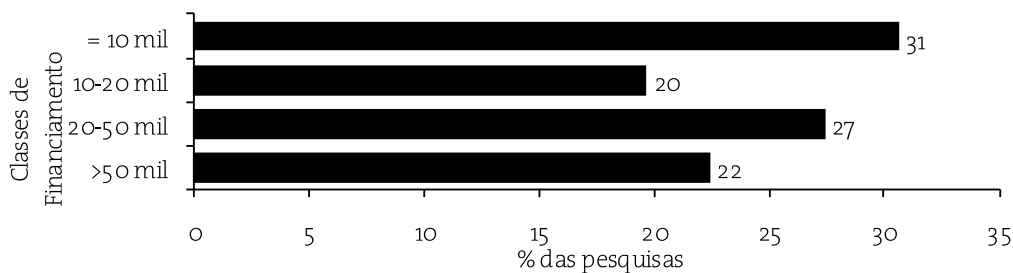
**Figura 12.** Percentagem de pesquisas financiadas por instituições públicas, para a área temática Diversidade de Vertebrados (N = 171).

Em relação aos financiamentos aportados por setores privados da economia (Figura 13), a maior porcentagem das pesquisas (42%) foi para o setor Energético, seguido do setor Minerário (17%) e Terceiro Setor (14%). A opção “outra”, que significa que o financiamento foi de origem distinta dentre os setores listados no questionário, foi de 25%.



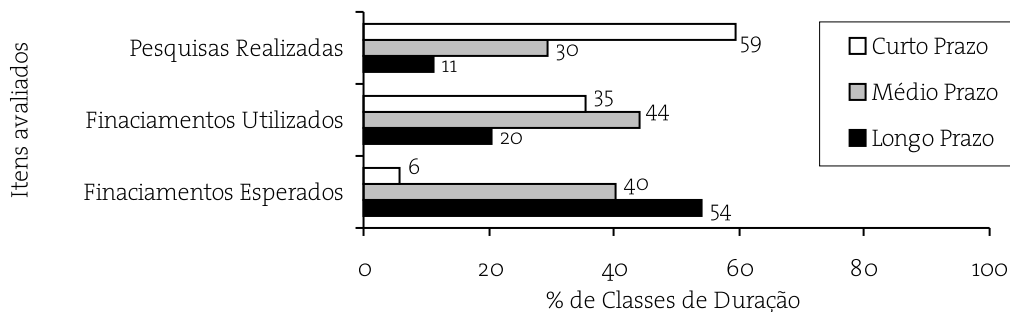
**Figura 13.** Percentagem de pesquisas financiadas pelo setor privado, para a área temática Diversidade de Vertebrados (N = 159).

No que diz respeito aos valores dos financiamentos recebidos, dentre os projetos que reportaram esta informação, 31% receberam financiamento para a classe de valor inferior a 10 mil reais, 27% para a classe de 20 a 50 mil reais, 22% para a classe que indicava valores superiores a 50 mil reais e 20% para a classe compreendida entre 10 a 20 mil reais (Figura 14).



**Figura 14.** Percentagem de pesquisas com aporte de financiamento, segundo classes de valores, para a área temática Diversidade de Vertebrados (N = 183).

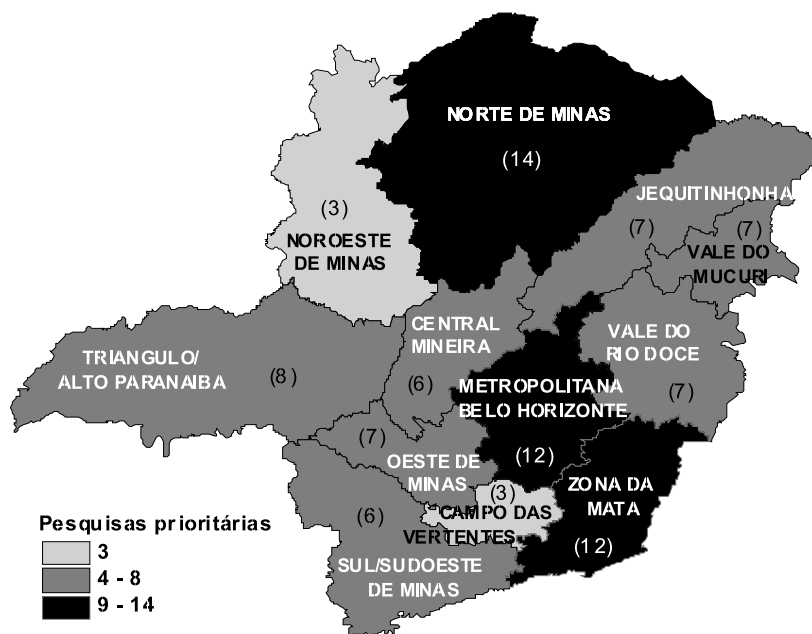
Considerando a informação sobre a duração das pesquisas, 59% foram realizadas em curto prazo, 30% em médio prazo e 11% em longo prazo (Figura 15). Quanto às pesquisas com financiamentos aportados, 44% foram de médio prazo, seguidas das de curto prazo (35%) e de longo prazo (21%). Por outro lado, com relação à duração dos financiamentos esperados no futuro, 54% das respostas foram para a classe de longo prazo, 40% para médio prazo e apenas 6% para curto prazo.



**Figura 15.** Percentagem do tempo de duração de pesquisas realizadas (N = 308), financiamentos utilizados (N = 265) e financiamentos esperados (N = 122), da área temática Diversidade de Vertebrados. Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos, e Longo Prazo = acima de 3 anos.

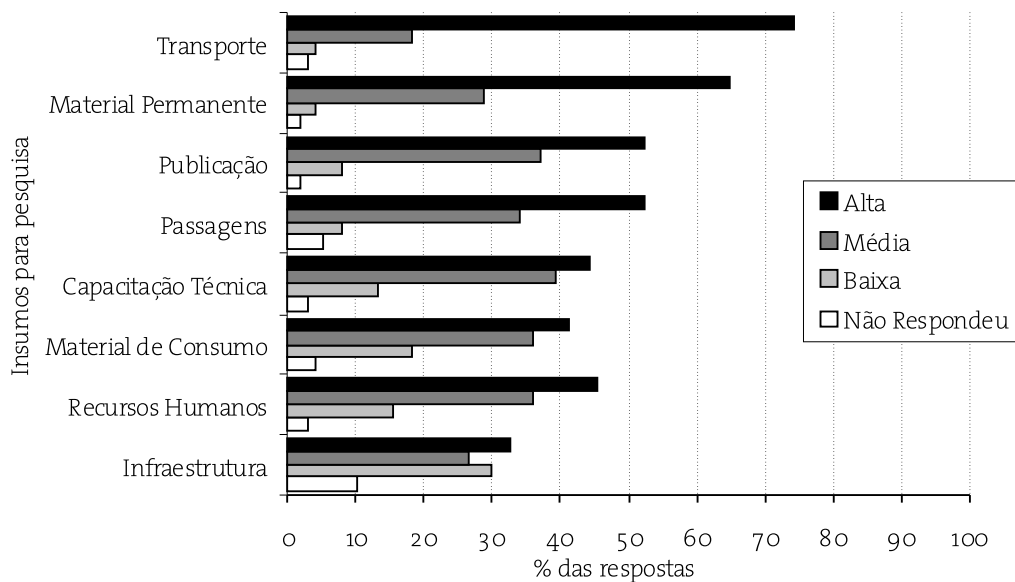
## Pesquisas e recursos prioritários

Os pesquisadores cadastrados no Banco de Dados indicaram um total de 127 pesquisas prioritárias para o Estado, distribuídas segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (Figura 16). A mesorregião Norte de Minas recebeu 14 indicações, seguida das mesorregiões Metropolitana de Belo Horizonte e Zona da Mata, com 12 indicações cada uma. As mesorregiões Noroeste de Minas e Campo das Vertentes receberam um número menor de indicações, três cada uma.



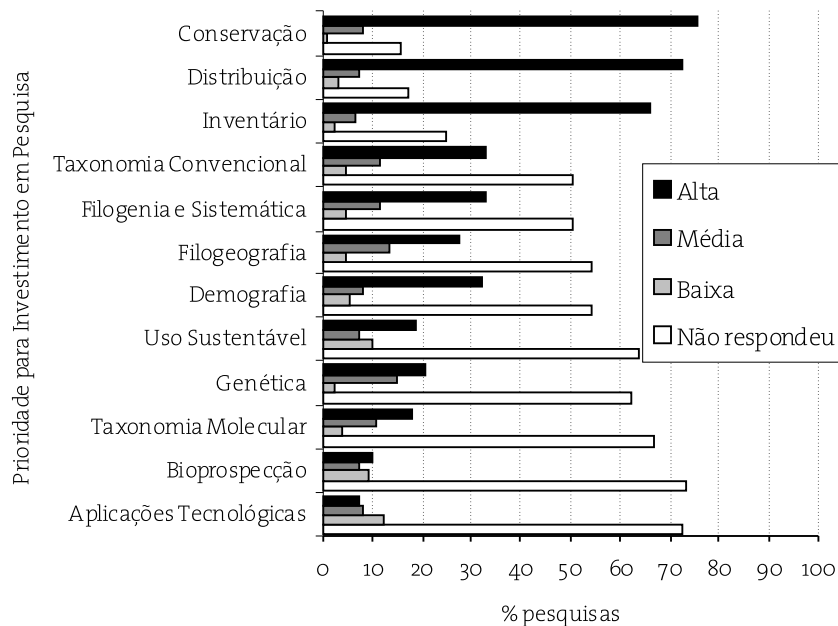
**Figura 16.** Distribuição geográfica das pesquisas prioritárias em Minas Gerais, segundo as mesorregiões do IBGE, para a área temática Diversidade de Vertebrados (N = 92).

Sobre o grau de prioridade atual dos financiamentos em relação aos insumos necessários à execução das pesquisas prioritárias para a área temática (Figura 17), os itens Transporte (74%), Material Permanente (65%), Publicação e Passagens, com 53%, foram os mais indicados como de alta prioridade.



**Figura 17.** Grau de prioridade atual dos financiamentos relativos aos insumos necessários à execução de pesquisas da área temática Diversidade de Vertebrados (N = 97).

Dentre as pesquisas indicadas como prioritárias (Figura 18), destacaram-se como de **alta prioridade** para financiamento aquelas nas linhas de Conservação (76%), Distribuição (72%) e Inventário (66%). Destacaram-se também as linhas de taxonomia Convencional, Filogenia e Sistemática (33%) e Demografia (32%).



**Figura 18.** Grau de prioridade de investimentos de recursos, segundo linhas de pesquisa da área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 127).





# **Diversidade Botânica**



# Pteridófitas

Alexandre Salino<sup>1</sup>  
Thaís Elias Almeida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais

## Estado do Conhecimento

### Introdução

As pteridófitas são as plantas vasculares sem sementes, de ciclo de vida heteromórfico com duas fases bem distintas: a fase gametofítica, inconspícua e efêmera, e a fase esporofítica, de maior porte e complexidade anatômica e período de vida mais longo. Essas plantas hoje estão incluídas em duas linhagens monofiléticas filogeneticamente distintas: as licófitas e as monilófitas (Pryer *et al.*, 2004). As licófitas se distinguem pela presença de micrófilo, e incluem as Lycopodiaceae, Selaginellaceae e Isoetaceae. Esse grupo é um dos mais antigos da linhagem das plantas vasculares, tendo atingindo sua maior diversidade no Carbonífero, quando dominava as paisagens do planeta com espécies arbóreas e arbustivas (Bateman, 1996; Gifford & Foster, 1989). Atualmente esse grupo inclui aproximadamente 1.350 espécies (Moran & Riba, 1995). Já a linhagem das monilófitas inclui aquelas espécies de pteridófitas que possuem megáfilos e uma vascularização distinta com o protoxilema confinado a lobos do cordão do xilema (Pryer *et al.*, 2004). Esse grupo inclui aproximadamente 11.500 espécies, distribuídas nas classes Psilotopsida (Ophioglossaceae e Psilotaceae), Equisetopsida (Equisetaceae), Marattiopsida (Marattiaceae) e Polypodiopsida (Smith *et al.*, 2006). Este último é o grupo das pteridófitas leptosporangiadas, o maior dentre as monilófitas atuais, com cerca de 11.000 espécies distribuídas em várias famílias (Smith *et al.*, 2006) e que compreende a maioria das plantas que são vulgarmente chamadas de samambaias ou fetos.

As pteridófitas podem ser ótimas indicadoras de habitat, uma vez que diversas espécies possuem requerimentos ecológicos restritos. As pteridófitas se distribuem de forma mais estreitamente relacionada com o clima e o substrato e possuem maior capacidade de dispersão e estabelecimento, ou seja, são menos limitadas por barreiras geográficas e mais dependentes de condições micro e macroclimáticas.

Os centros de riqueza das pteridófitas nos trópicos estão associados às regiões que possuem como características fisionômicas o relevo montanhoso, de altitudes moderadas a elevadas, e pluviosidade e/ou umidade altas. Esse cenário está normalmente associado à alta diversidade de micro-habitats e possibilita a colonização por grupos diversos de pteridófitas (Ponce *et al.*, 2002).

Além de promover o aumento da riqueza de espécies, as montanhas influenciam a distribuição das espécies de pteridófitas, agindo como barreiras à migração e gerando endemismo (Moran, 1995). Como esse mesmo autor destaca, todos os países ou regiões com mais de 500 espécies de pteridófitas são montanhosos (Moran, 1995).

Segundo Roos (1996), 80% das espécies de pteridófitas (aproximadamente 9.000) estariam distribuídas nas regiões tropicais do Novo e Velho Mundos. Aproximadamente 75% dessa riqueza tropical ocorrem em duas grandes regiões: uma, com cerca de 2.250 espécies, abrangendo as Grandes Antilhas, o sudeste do México, a América Central e os Andes do oeste da Venezuela ao sul da Bolívia; e a outra, de maior riqueza, com cerca de 4.500 espécies, abrangendo o sudeste da Ásia e a Australásia (Tryon & Tryon, 1982).

Para as Américas, Tryon & Tryon (1982) estimam a ocorrência de 3.250 espécies, estando 3.000 delas na região tropical. Nessa região existem, segundo os mesmos autores, quatro centros de endemismo: um nas Grandes Antilhas, com cerca de 900 espécies; um na região sul do México e na América Central, também com cerca de 900 espécies; um na região andina, com cerca de 1.500 espécies; e um último centro de riqueza nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, que eles estimavam conter em torno de 600 espécies, 40% delas endêmicas. Essas regiões ricas em diversidade e endemismo coincidem com as regiões montanhosas no Neotrópico. Atualmente, sabe-se que a estimativa de Tryon & Tryon (1982) para o centro de riqueza brasileiro estava incorreta, pois Prado (2003) estima a ocorrência de aproximadamente 800 espécies para a mesma região.

### **Histórico dos estudos no Brasil e no Estado de Minas Gerais**

A maior parte dos estudos realizados com pteridófitas no Brasil é de cunho florístico-taxonômico. O estudo das pteridófitas no Sudeste e no Sul do Brasil teve início no século XIX, com os trabalhos de Raddi (1819; 1825), Presl (1822) e Schrader (1824), com os diversos tratamentos taxonômicos realizados para famílias de pteridófitas na *Flora Brasiliensis* (Spring, 1840; Milde, 1852; Sturm, 1859; Baker, 1870; Kuhn, 1884) e com os clássicos trabalhos da obra “Cryptogames Vasculaires du Brésil”, de Fée (1869 e 1873). Nos séculos XX e XXI, o avanço no conhecimento taxonômico das pteridófitas ocorrentes no Sudeste e Sul foi significativo. Destacamos aqui as principais contribuições. O Padre

Aluisio Sehnem publicou quase todas as monografias da Flora Ilustrada Catarinense (Sehnem 1963; 1967a, b, c, d; 1968a, b; 1970a, b; 1971; 1972; 1974; 1977a, b; 1978; 1979a, b, c, d, e, f, g; 1984), exceto de Isoetáceas (Fuchs-Eckert, 1986). Há uma série de revisões taxonômicas, algumas mais amplas outras mais regionais, que são importantes para o conhecimento das pteridófitas da região Sudeste do Brasil. Segue uma seleção das referências mais relevantes: Alston (1936, 1958), Claussen (1938), (Tryon 1942, 1956, 1960), Boer (1962), Morton (1947), Nessel (1955), Brade (1961, 1972a, b), Mickel (1962), Sota (1966), Evans (1969), Tryon (1970), Gastony (1973), Hennipman (1977), Barrington (1978), Alston *et al.* (1981), Conant (1983), Price (1983), Holttum (1986a, b), Johnson (1986), Smith (1986), Moran (1986, 1987, 1991, 2000), Ollgaard & Windisch (1987), Smith & Moran (1987), Hensen (1990), Hickey (1990), Ollgaard (1992), Windisch (1992a), León (1993), Ponce (1995), Cislinski (1996), Fernandes (1997), Hirai & Prado (2000), Prado & Windisch (2000), Salino (2000, 2002), Sylvestre (2001), Salino & Semir (2002, 2004a, b), Gonzales (2003), Lavalley (2003), Nonato & Windisch (2004), Rolleri (2004), Dittrich (2005), Labiak & Prado (2003, 2005a, b, c), Smith *et al.* (2006) e Christenhusz (2007).

Publicações de estudos sobre a pteridoflora do Estado de Minas Gerais ainda são escassas, e em sua maioria são levantamentos florísticos e floras. Com relação aos primeiros, citam-se os levantamentos de Lisboa (1954) para o município de Ouro Preto; Ferreira *et al.* (1977), com a lista de plantas vasculares para a região do Maciço do Caraça; o *checklist* da Serra do Cipó (Giulietti *et al.*, 1987); o levantamento de Krieger & Camargo (1990) para a Zona da Mata; os levantamentos da Estação Biológica de Caratinga (RPPN Feliciano Miguel Abdala) e Parque Estadual do Rio Doce (Melo & Salino, 2002); o inventário de quatro Reservas Particulares na região do Quadrilátero Ferrífero (Figueiredo & Salino, 2005); o levantamento da APA Fernão Dias, região sul do Estado (Melo & Salino, 2007) e o levantamento do Parque Estadual do Itacolomi (Rolim, 2007). Já os estudos de flora tratam principalmente de grupos de táxons e/ou regiões geográficas do Estado. Destacam-se o estudo de Badini (1977), que trata as espécies de *Ophioglossum* do município de Ouro Preto; o trabalho com o gênero *Anemia* na Cadeia do Espinhaço (Carvalho, 1982); uma dissertação sobre Pteridaceae - Cheilantheoideae na Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais (Prado, 1989); as publicações da Serra do Cipó sobre Cyatheaceae (Windisch & Prado, 1990), Pteridaceae, subfamília Cheilantheoideae (Prado, 1992), Hymenophyllaceae (Windisch, 1992), Dennstaedtiaceae (Prado & Windisch, 1996) e Adiantoidae e Taenitidoideae (Pteridaceae) (Prado, 1997); a Flora de Grão Mogol (Prado & Labiak, 2003); e o tratamento da família Polypodiaceae no Parque Estadual do Itacolomi (Rolim & Salino, *no prelo*).

Recentemente têm sido realizados trabalhos para contribuir com o conhecimento de diversos grupos taxonômicos no Estado de Minas Gerais. Estão concluídas as monografias de Dryopteridaceae *sensu lato* (Garcia & Salino, *no prelo*) e Dennstaedtiaceae *sensu lato* (Assis, 2008). Além das abordagens citadas anteriormente, há apenas dois trabalhos: um diagnóstico da flora de pteridófitas da Cadeia do Espinhaço, incluindo um *checklist* e análises qualitativas da distribuição geográfica e do estado de conservação das espécies (Salino & Almeida, *no prelo*), e uma análise quantitativa da distribuição geográfica das espécies de pteridófitas (Almeida, 2008). Além disso, há diversos trabalhos em andamento no Estado, em várias áreas e com abordagens distintas: levantamentos florísticos (Parque Estadual do Rio Preto, Parque Estadual da Serra do Intendente, Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, RPPN Santuário do Caraça, Serra da Piedade, Vale dos rios Jequitinhonha e Mucuri e região da Serra do Funil, município de Rio Preto); monografias de famílias e gêneros para o Estado (Hymenophyllaceae, *Elaphoglossum*, *Pecluma*, *Serpocaulon* e *Pleopeltis*) e, em abordagem inédita para Minas Gerais, dois estudos de ecologia de comunidades de pteridófitas, um nos capões de altitude do Parque Estadual do Rio Preto e outro em fragmentos da APA Fernão Dias.

### **Diversidade, distribuição e conservação de pteridófitas no Estado de Minas Gerais**

Em um esforço para começar a mudar essa lacuna de conhecimento sobre a flora de pteridófitas de Minas Gerais, os autores deste trabalho e alguns colaboradores efetuaram um levantamento dos táxons ocorrentes no Estado. Esse levantamento foi feito através de pesquisa bibliográfica, compilação de dados de coleções científicas e coletas em algumas das áreas mais deficientes de dados. Essas áreas foram definidas utilizando-se o banco de dados resultante de uma primeira compilação de dados, a partir do qual foi gerado um mapa pontual com os registros de ocorrência dos táxons infragenéricos de pteridófitas em Minas Gerais. Esse mapa de registros foi sobreposto aos mapas de malha municipal e de microrregiões do Estado. As microrregiões onde não houve registro de nenhum táxon ou aquelas cujos registros existentes são muito antigos (mais de 50 anos) foram consideradas prioritárias para a coleta de material. Entretanto, nem todas essas áreas puderam ser amostradas devido à deficiência de recursos financeiros. Todas as coletas foram financiadas pela Fundação O Boticário de Proteção à Natureza e foram realizadas em 24 Unidades de Conservação (UCs), sendo que as áreas do entorno dessas UCs e regiões onde não existem áreas de conservação legal em outros 39 municípios também foram amostradas. O

levantamento bibliográfico foi realizado utilizando-se literatura especializada de pteridófitas. Foram consultadas, principalmente, dissertações, teses e publicações de trabalhos taxonômicos sobre famílias e gêneros ocorrentes no Estado, assim como trabalhos de inventários florísticos. A compilação de dados das coleções foi feita através da análise de todo o material disponível em 28 herbários brasileiros (BHCB, CESJ, OUPR, HUFU, VIC, ESAL, CEN, IBGE, UB, MBM, HBR, FLOR, HAS, ICN, PACA, HB, R, RB, SPF, SP, SJRP, HRCB, MBML, VIES, CVRD, UFP, PEUFR, CEPEC) e em cinco herbários norte-americanos (NY, FI, GH, US, MO). As siglas dos herbários listados estão de acordo com Holmgren *et al.* (1990). Nessa análise, todos os espécimes encontrados que foram coletados no Estado de Minas Gerais tiveram suas informações registradas. As informações das exsicatas foram compiladas diretamente em banco de dados ou armazenadas através de fotografias digitais para posterior análise e inclusão no banco de dados.

As informações compiladas foram inseridas em um banco de dados que foi utilizado para listar as espécies ocorrentes, além de analisar a riqueza, a distribuição dos táxons, e da riqueza, lacunas de coleta, áreas prioritárias para conservação e áreas prioritárias para inventário.

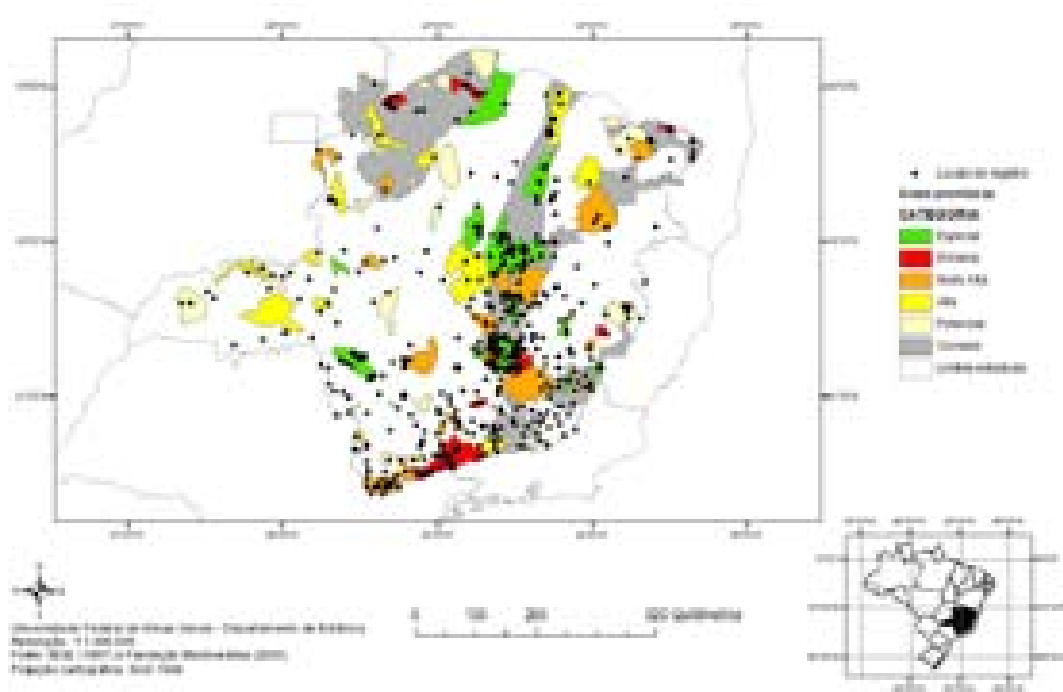
Como resultados desse esforço, A. Salino *et al.* (dados inéditos) já registraram até o momento no Estado de Minas Gerais ocorrência de 699 táxons infragenéricos (espécies, subespécies e variedades), representando 686 espécies, distribuídas em 104 gêneros e 32 famílias. Desses táxons, 66 são novos registros para o Estado e até para o Brasil, além de várias espécies novas para a ciência. Esses dados refletem a necessidade de mais estudos e maiores esforços de coleta no Estado. Das 686 espécies registradas até o momento em Minas Gerais, sete não são nativas da região neotropical e foram introduzidas no Brasil no século XX. O número de espécies ocorrentes em Minas Gerais pode ser considerado alto e superou a estimativa de Salino (2000) de 600-650 espécies, e corresponde a 52% a 60% do total de espécies estimadas para o Brasil, já que as estimativas mais recentes estão entre 1.150 (Windisch, 1996) e 1.200-1.300 (Prado, 1998). Minas Gerais destaca-se na riqueza de pteridófitas no país, pois as estimativas de riqueza para outras regiões ou Estados indicam números bem menores. Para a Amazônia há duas estimativas, ca. 300 espécies (Windisch, 1996) e ca. 550 espécies (Prado, 2003); para a região Nordeste estima-se a ocorrência de ca. 400 (Prado, 2003); para o Planalto Central, ca. 300 (Prado, 2003) e 493 espécies para a região Sul (Windisch, 1996). Para os Estados das regiões Sudeste e Sul do Brasil, há algumas estimativas de riqueza de espécies: para o Estado de São Paulo estima-se 500-600 spp. (Prado



1998), Paraná com 390-420 (Salino *et al.*, 2005), Santa Catarina com ca. 420 (Windisch, 1996) e Rio Grande do Sul com 270 (Dutra, 1938).

A distribuição das coletas no Estado de Minas Gerais não é uniforme, estando concentrada em algumas regiões enquanto outras não possuem nenhum registro de coleta. As regiões mais bem coletadas em Minas Gerais correspondem àquelas próximas aos centros de pesquisa existentes no Estado, principalmente a Universidade Federal de Minas Gerais, na região central, Quadrilátero Ferrífero e Cadeia do Espinhaço; a Universidade Federal de Juiz de Fora e a Universidade Federal de Viçosa, na Zona da Mata, e, em escala menor, a Universidade Federal de Uberlândia, na região do Triângulo Mineiro. As áreas próximas a grandes cidades também são mais bem amostradas do que as regiões mais distantes dos grandes centros (Figura 1). A região sul do Estado, principalmente a Serra da Mantiqueira, historicamente também teve maior esforço de coleta devido à proximidade aos centros de pesquisa dos Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo. Observa-se também, claramente, que as Unidades de Conservação do Estado e suas adjacências são regiões com maior esforço de coleta que as regiões onde não há nenhuma UC. É importante ressaltar que a ausência de registros em diversas áreas não implica que não ocorram espécies de pteridófitas nesses locais, mas que, provavelmente, essas áreas são mal amostradas, considerando-se as mesoregiões onde as lacunas aparecem: regiões noroeste, norte, vales do Mucuri e Jequitinhonha, e, em parte, a região do Triângulo Mineiro (Figura 1).

A riqueza das pteridófitas também não está distribuída de maneira uniforme no Estado de Minas Gerais. As regiões mais ricas em espécies de pteridófitas correspondem ao Quadrilátero Ferrífero, Serra do Intendente e Serra da Mantiqueira. Seguindo o padrão de distribuição de coletas no Estado, observa-se que as regiões mais ricas concentram-se nas regiões Central, Zona da Mata e Sul. São regiões que apresentam altitude entre 800-1.500 metros, apresentando relevo bastante acidentado, com grande cobertura de formações florestais úmidas, mas também com áreas campestres e de transição, o que cria grande heterogeneidade dos micro-habitats. Esse padrão de concentração de riqueza das espécies de pteridófitas já foi citado por Page (1979), Ponce *et al.* (2002) e Tryon & Tryon (1982), entre outros.



**Figura 1.** Locais de registro das espécies de pteridófitas no Estado de Minas Gerais.

O bioma Mata Atlântica é o que apresenta maior número de espécies (567 spp.), seguido pelo Cerrado (506 spp.) e Caatinga (71 spp.). A alta riqueza apresentada pelo Cerrado é devida à riqueza existente nas formações florestais do bioma, principalmente nas formações da Cadeia do Espinhaço. As formações florestais mais úmidas são as tipologias que abrigam grande parte da riqueza de espécies de pteridófitas em Minas Gerais. As formações campestres dos biomas Cerrado e Mata Atlântica vêm em segundo lugar, e por final as formações savânicas do Cerrado. A riqueza registrada para algumas formações campestres é maior do que a riqueza de algumas formações florestais. A riqueza do campo rupestre é maior do que a riqueza encontrada nas

Florestas Ombrófila Mista e Estacional Decidual, bem como as riquezas do Campo de Altitude e do Campo Limpo são maiores que a riqueza da Floresta Estacional Decidual (Mata Seca). Dentre as formações florestais, a Floresta Estacional Semidecidual foi a que apresentou o maior número de espécies (429 spp. - 62,5%), superando o número de espécies registrado para a Floresta Ombrófila Densa (384 spp. - 56%). Isto ocorre porque em Minas Gerais há domínio de Floresta Estacional Semidecidual ocorrendo em regiões montanhosas, o que proporciona a formação de trechos mais úmidos nos fundos de vales, onde ocorre a maior parte das pteridófitas. Destaca-se que as formações florestais do bioma Cerrado, principalmente aquelas da Cadeia do Espinhaço, possuem alta riqueza, em alguns casos superando a riqueza de formações florestais do bioma Mata Atlântica. As formações campestres dos biomas Mata Atlântica (Campo de Altitude) e Cerrado (Campo Rupestre, Campo Limpo) abrigam uma riqueza de média a baixa quando comparada às formações florestais; no entanto, são formações que abrigam linhagens exclusivas destes ambientes e um número razoavelmente alto de espécies endêmicas. Já as formações savânicas possuem baixa riqueza e não há espécies endêmicas. Com relação à altitude, a maior riqueza de pteridófitas em Minas Gerais pode ser encontrada numa faixa entre 500-1.500m, sendo que a riqueza é menor nos intervalos acima ou abaixo da faixa citada. Apesar disso, percebe-se que onde há maior riqueza também há maior número de registros (coletas); sendo assim, um refinamento futuro com mais coletas é necessário para confirmar ou não esse padrão. A tabela 1 e a figura 2 mostram os números de espécies e de registros por intervalos de altitude de 100 metros.

A faixa onde foi encontrada a maior riqueza coincide com a faixa de ocorrência das florestas submontanas e montanas (estacionais e ombrófilas) em Minas Gerais. Em geral, as florestas de terras baixas e as florestas alto-montanas (nebulares) apresentam riqueza menor (Almeida 2008). Estes resultados para Minas Gerais corroboram os padrões encontrados para outras regiões dos neotrópicos, reforçando o padrão de que as áreas montanhosas em altitudes médias a altas apresentam maior riqueza de espécies de pteridófitas.

Sobrepondo-se o mapa de pontos de coleta (figura 1) ao mapa de áreas consideradas prioritárias para a conservação da flora no Estado de Minas Gerais (Drummond *et al.*, 2005), observa-se que em geral as áreas prioritárias estão subamostradas. As exceções são as regiões de Mariana e Ouro Preto, Quadrilátero Ferrífero, Serra da Moeda, região de Santa Maria do Salto, região de Bocaina de Minas, Planalto de Diamantina, Serra do Caparaó e Serra do Cipó. De modo geral, as áreas

prioritárias para a conservação da flora (Drummond *et al.*, 2005) são também as áreas prioritárias para investigação da flora de pteridófitas.

O Estado de Minas Gerais, apesar de ser um dos Estados mais coletados do Brasil, ainda apresenta grande deficiência de coleta, principalmente nas regiões oeste e norte. Os padrões observados, entretanto, apontam para grande riqueza na Mata Atlântica e na Cadeia do Espinhaço, devido ao fato de essas serem as regiões mais elevadas do Estado, à presença de formações vegetacionais de transição e da influência de todos os biomas presentes em Minas: Mata Atlântica a leste, Cerrado a oeste e Caatinga ao norte.

Das 686 espécies ocorrentes em Minas Gerais, 547 (ca. 80%) ocorrem dentro de pelo menos uma unidade de conservação, e 139 (ca. 20%) espécies não estão “protegidas” em nenhuma UC. Das 139 espécies não protegidas em UCs de Proteção Integral, 36 foram consideradas ameaçadas de extinção no Estado, o que corresponde a 5,3% do total de espécies ocorrentes em Minas e a 27% das espécies que ocorrem apenas fora de Unidades de Conservação.

**Tabela 1.** Riqueza de espécies e número de registros (coletas) por intervalos de altitude de 100 metros em Minas Gerais, Brasil.

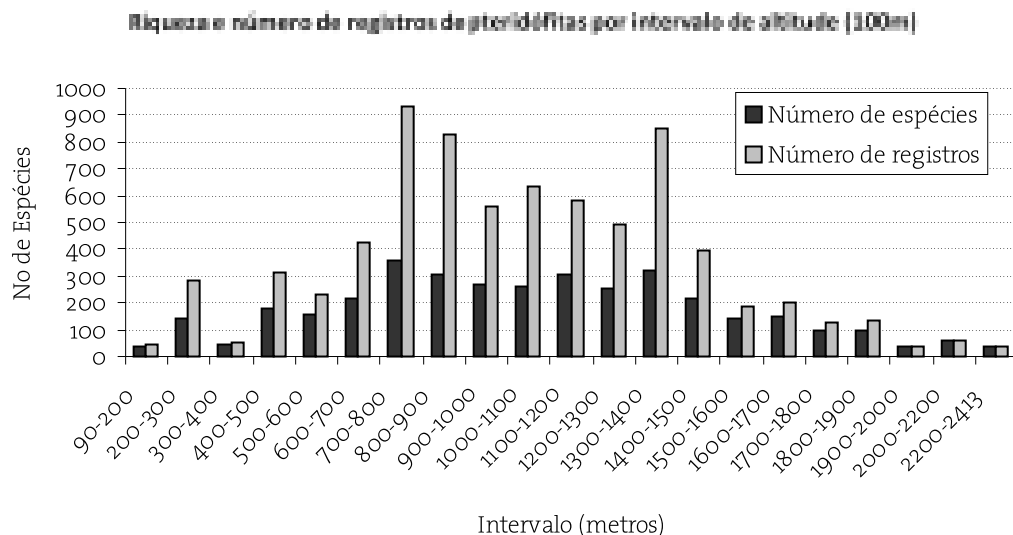
Intervalos (metros)	Número de espécies	Número de registros (coletas)
90-200	35	42
200-300	145	282
300-400	44	50
400-500	181	317
500-600	158	234
600-700	214	425
700-800	360	930
800-900	303	827
900-1.000	272	556
1.000-1.100	260	636
1.100-1.200	306	584

Intervalos (metros)	Número de espécies	Número de registros (coletas)
1.200-1.300	254	492
1.300-1.400	324	850
1.400-1.500	213	395
1.500-1.600	143	187
1.600-1.700	150	202
1.700-1.800	95	124
1.800-1.900	96	134
1.900-2.000	37	39
2.000-2.200	56	61
2.200-2.413	36	36

Vinte e cinco espécies (3,5%) são endêmicas do Estado de Minas Gerais, e estão restritas à Cadeia do Espinhaço, ao Quadrilátero Ferrífero ou à Serra da Mantiqueira.

Segundo a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora do Estado de Minas Gerais (Drummond *et al.*, 2008), 118 espécies estão ameaçadas em alguma das categorias reconhecidas pela IUCN; 93 são consideradas como Não Ameaçadas (LC) e 58 como Deficientes em Dados (DD). Das 118 espécies de pteridófitas ameaçadas em Minas Gerais, 75 (63,56%) delas estão classificadas na categoria “ criticamente em Perigo”, 25 (21,19%) como “Em Perigo” e 18 (15,25%) na categoria “Vulnerável”. Nota-se que 85% das espécies foram avaliadas com os critérios de ameaça mais altos. As 118 espécies ameaçadas correspondem a 17% do total de táxons ocorrentes em Minas Gerais (Salino & Almeida, *no prelo b*). Outras 58 espécies foram colocadas na categoria “Deficientes em Dados”, por não haver informações suficientes para definir qual o real estado de conservação dos táxons.

Das 41 Unidades de Conservação de Proteção Integral onde foi possível obter dados de ocorrência de espécies ameaçadas, 26 UCs abrigam espécies ameaçadas, das quais nove são reservas particulares (RPPN), 12 de administração estadual (duas Estações Ecológicas e 10 Parques Estaduais) e seis são de administração federal (cinco Parques Nacionais e uma Reserva Biológica). Das 118 espécies ameaçadas, 36 (30,5%) ocorrem apenas fora de Unidades de Conservação e 82 espécies (69,5% do total de espécies) ocorrem dentro de Unidades de Conservação de Proteção Integral.



**Figura 2.** Gráfico mostrando a riqueza de espécies e número de registros por intervalo de altitude de 100 metros em Minas Gerais, Brasil.

As principais áreas prioritárias para conservação da flora de pteridófitas do Estado de Minas Gerais por abrigar alta riqueza de espécies, incluindo endêmicas, raras e ameaçadas, são: o Quadrilátero Ferrífero, o Planalto de Diamantina, a Serra do Intendente, o Complexo da Serra da Mantiqueira (especialmente a Serra do Caparaó, Serra do Itatiaia, Serra Negra, Serra do Papagaio e região de Caldas) e a região nordeste do Estado (Salto da Divisa, Santa Maria do Salto, Bandeira, Jequitinhonha e Almenara).

As principais ameaças às espécies de pteridófitas no Estado de Minas Gerais são a diminuição e a degradação dos habitats, com o subsequente declínio das condições ótimas para estabelecimento e sobrevivência.

Além da manutenção das condições atuais dos ambientes nas Unidades de Conservação existentes no Estado, a estratégia mais eficiente para preservação/conservação de mais espécies de pteridófitas seria a criação de novas UCs de Proteção Integral visando proteger prioritariamente

as espécies ameaçadas que não ocorrem em nenhuma unidade de conservação existente. Com base na diversidade de ambientes encontrados, na riqueza de espécies de pteridófitas em geral e na presença de espécies raras ou ameaçadas, indicamos algumas áreas potenciais para o estabelecimento de novas UCs, como uma estratégia para a conservação da flora de pteridófitas: Fazenda Duas Barras, no município de Santa Maria do Salto, no nordeste de Minas Gerais; região da “Mata do Isidoro” na APA Felício, no município de Felício dos Santos; região chamada de Chapada dos Perdizes, no município de Carrancas; Serra do Funil, no município de Rio Preto, próximo ao Parque Estadual de Ibitipoca; florestas na região do município de Bandeira, no nordeste de Minas Gerais; região de Gonçalves, Sapucaí-Mirim e Camanducaia, na Serra da Mantiqueira; região da Pedra Branca, no município de Caldas, também na Serra da Mantiqueira; região do município de Serranópolis, no norte da Cadeia do Espinhaço; e região conhecida como “Cabeça de Boi” na região da Serra do Cipó (mas encontra-se no entorno do Parque Nacional da Serra do Cipó).

## **Infraestrutura e Recursos Humanos**

### **Coleções**

#### **Principais coleções de pteridófitas**

A principal coleção de pteridófitas do Estado de Minas Gerais está, sem dúvida, no herbário BHCB do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Essa coleção conta hoje com cerca de 9.000 registros de pteridófitas somente para o Estado de Minas Gerais, sendo que a maior parte desses registros é recente (Figura 3). A figura 3 mostra a “evolução cronológica” das coletas de pteridófitas efetivadas entre 1969-2007 que estão depositadas no herbário BHCB (UFMG). Tomou-se por base o ano de 1969 porque foi o ano de criação do herbário BHCB.

Ressaltam-se, nesta breve análise, alguns fatos históricos que refletiram diretamente no aumento da coleção de pteridófitas: a chegada de um taxonomista de pteridófitas para trabalhar na UFMG associado ao herbário BHCB, no ano de 1995; a criação do Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal da UFMG no ano 2000 e a defesa da tese de doutorado de Alexandre Salino no mesmo ano; e a obtenção de financiamento junto à Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (FBPN)

para coleta de pteridófitas em todo o Estado de Minas Gerais, em agosto de 2005. Destaca-se aqui o aumento significativo dessa coleção nos últimos dois anos. Fica evidente então a importância do apoio concedido pela FBPN. Neste contexto, percebe-se claramente a importância de apoio financeiro para realização de coletas e a formação de recursos humanos em nível de doutorado.

A segunda coleção mais representativa do Estado está no herbário CESJ, da Universidade Federal de Juiz de Fora. Outras coleções representativas sediadas em Minas Gerais são as dos herbários da Universidade Federal de Uberlândia (HUFU) e da Universidade Federal de Ouro Preto. Fora de Minas Gerais, destacam-se as coleções do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), da Universidade de São Paulo (SPF), da Universidade Estadual Paulista - Campus de São José do Rio Preto (SJRP) e do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R).

Alguns herbários estrangeiros abrigam coleções históricas de Minas Gerais, principalmente materiais-tipo, ou que podem servir de referência para consulta na revisão de grupos ocorrentes em Minas, porém não possuem coleções representativas da flora do Estado. Entre os herbários mais importantes, podemos citar: Herbarium National de Paris (P) - Muséum National d'Histoire Naturelle, França; Herbarium Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem - Zentraleinrichtung der Freien Universität Berlin (B) e Herbarium Botanische Staatssammlung München (M), Alemanha; Herbarium Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond e Herbarium Department of Botany The Natural History Museum, London, Inglaterra; Herbarium National Botanic Garden of Belgium, Bélgica; Herbarium Botany Departments Swedish Museum of Natural History, Stockholm, Suécia; William and Lynda Steere Herbarium - New York Botanical Garden, New York, Herbaria Harvard University, Massachusetts, Herbarium Missouri Botanical Garden, Saint Louis, United States National Herbarium - Department of Botany, Smithsonian Institution, Washington-DC e Herbarium Botany Department Field Museum of Natural History, Chicago, EUA.

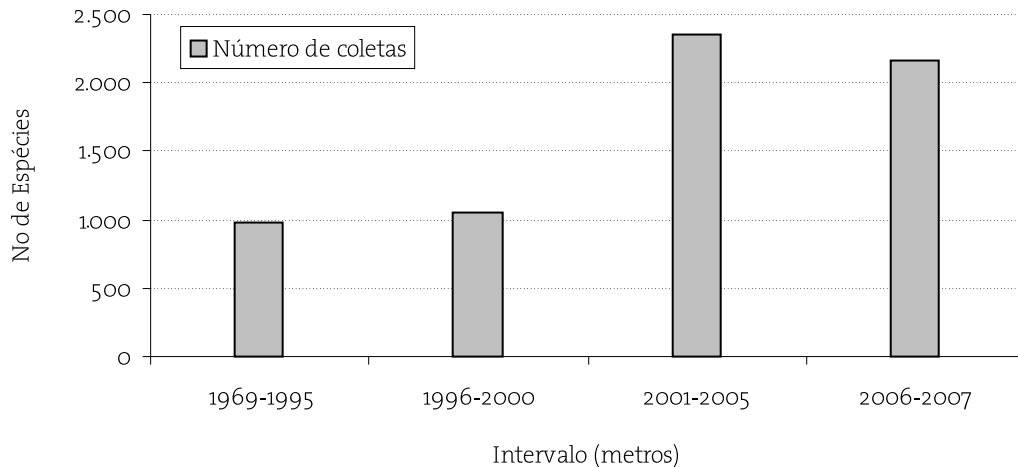
### **Infraestrutura e informatização das coleções de pteridófitas no Estado de Minas Gerais**

A maior parte dos herbários de Minas Gerais carece de área física suficiente para armazenar seus acervos, de equipamentos adequados para acondicionamento e estudo dos espécimes, de



recursos financeiros para manutenção e de pessoal de nível técnico e superior para trabalhar com o gerenciamento das coleções.

A informatização dos acervos dos herbários mineiros ainda é precária. A maior parte deles mantém as informações dos espécimes em bancos de dados simples elaborados com Microsoft Excel ou Access. Apenas o herbário BHCB (UFMG) e CESJ (UFJF) utilizam o sistema Brahms (Botanical Research and Herbarium Management System). Alguns herbários possuem seus registros apenas em livro tomo.



**Figura 3.** Número de coletas de pteridófitas no acervo do herbário BHCB por períodos.

## **Pesquisadores que trabalham com florística e taxonomia de pteridófitas no Estado de Minas Gerais**

Em Minas Gerais há apenas dois doutores com formação em florística e taxonomia de pteridófitas: Alexandre Salino - professor do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e coordenador de um grupo de pesquisa em Sistemática e Ecologia de Pteridófitas Neotropicais (consulte página [www.icb.ufmg.br/bot/pteridofitas](http://www.icb.ufmg.br/bot/pteridofitas)); e Vinicius Antonio de Oliveira Dittrich – Pós-doutorando e bolsista da Fapemig, no Departamento de Botânica da UFMG. Além deles, há uma pesquisadora associada ao grupo de pesquisa mencionado (Thais Elias Almeida) e alunos vinculados ao curso de Pós-graduação em Biologia Vegetal da UFMG desenvolvendo trabalhos de cunho florístico/taxonômico, a saber: Luciana Cláudia Neves Melo, Raquel Stauffer Viveros e Fernanda Souza Louro. Fora do Estado há pesquisadores doutores trabalhando com taxonomia de grupos específicos e que identificam espécies ocorrentes em Minas Gerais, a saber: Jefferson Prado (Pteridaceae – Instituto de Botânica de São Paulo – São Paulo - SP), Lana da Silva Sylvestre (Aspleniaceae – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Seropédica - RJ), Paulo Gunther Windisch (Hymenophyllaceae, Lycopodiaceae – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – São Leopoldo - RS) e Paulo H. Labiak (Polypodiaceae – Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR).

## **Centros de formação de recursos humanos em taxonomia de pteridófitas no Brasil**

No Estado de Minas Gerais, apenas o curso de Pós-graduação em Biologia Vegetal da UFMG (conceito 5 na CAPES) possui orientador de mestrado e doutorado na área de taxonomia e florística de pteridófitas. Fora de Minas Gerais, há diversos cursos que têm orientadores na área, a saber: Botânica - Universidade de São Paulo, São Paulo-SP (mestrado e doutorado, conceito 6 na CAPES); Botânica - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS (mestrado e doutorado, conceito 5 na CAPES); Biologia Vegetal - Universidade Federal do Pernambuco, Recife-PE (mestrado e doutorado, conceito 5 na CAPES); Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente - Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo-SP (mestrado e doutorado, conceito 4 na CAPES); Botânica - Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR (Mestrado – conceito 3 na CAPES); Botânica - Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ (mestrado e doutorado, conceito 3 na CAPES) e Ciências Biológicas – Universidade Federal Rural do Amazonas/Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém-PA (mestrado, conceito 3 na CAPES).

## Prioridade e Perspectivas

### Pesquisas prioritárias para Minas Gerais

As pesquisas prioritárias com pteridófitas para o Estado estão relacionadas a inventários, taxonomia convencional, distribuição geográfica, filogenia/sistemática e conservação.

### Prioridades para uma significativa melhora do nível de conhecimento do grupo

Um plano para atender às pesquisas prioritárias com pteridófitas no Estado de Minas Gerais deve contemplar recursos financeiros para as seguintes necessidades: a) infraestrutura física e de equipamentos para as coleções; b) plano de coleta no Estado a fim de cobrir as regiões com lacunas ou com insuficiência de amostragem; c) equipamentos gerais para pesquisa (veículo para coleta, lupas, microscópios, computadores, estufas etc.); d) visitas a herbários estrangeiros para consulta de materiais tipo; e) bibliografia taxonômica; f) publicações de cunho florístico/taxonômico. Além disso, é de extrema importância a formação de recursos humanos na área de taxonomia de pteridófitas através de bolsas de iniciação científica, apoio técnico, mestrado, doutorado e pós-doutorado.

## Bibliografia

De um modo geral as bibliotecas das instituições mineiras são bastante carentes de bibliografia sobre pteridófitas. No laboratório de Sistemática Vegetal do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais há um bom acervo de bibliografias de pteridófitas. Grande parte das obras citadas pode ser encontrada nas bibliotecas particulares dos pesquisadores.

Além das referências citadas no texto, acrescenta-se, como literatura básica sobre florística e taxonomia de pteridófitas, os seguintes trabalhos:

Kramer, K.U. & P.S. Green. 1990. *The Families and Genera of Vascular Plants. Vol. 1 Pteridophytes and gymnosperms*. New York, Springer Verlag.

Lellinger, D.B. 2002. A modern multilingual glossary for Taxonomic Pteridology. *Pteridologia* 3:1-263.

Pichi-Sermolli, R. E. G. 1996. *Authors of scientific names in Pteridophyta*. Kew, Royal Botanic Garden.

## Referências Bibliográficas

- Almeida, T.E. 2008. *Análise quantitativa da distribuição geográfica das espécies de pteridófitas ocorrentes no estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Alston, A.H.G. 1936. The Brazilian species of *Selaginella*. *Reperitorium Specierum Novarum Regni vegetabilis* 40:303-319.
- Alston, A.H.G. 1958. The Brazilian species of *Elaphoglossum*. *Boletim da Sociedade Broteriana* 32(2):1-32.
- Alston, A.H.G., A.C. Jermy & J.M. Rankin. 1981. The genus *Selaginella* in tropical South America. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, *Botany* 9(4):233-330.
- Assis, F.C. 2008. *A família Dennstaedtiaceae Pic.Serm. sensu lato (Polypodiopsida) no estado de Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Badini, J. 1977. Espécies de *Ophioglossum* em Ouro Preto. *Anais do 23º. Congresso Nacional de Botânica*.
- Baker, J.G. 1870. Cyatheaceae et Polypodiaceae. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler (ed.). *Flora Brasiliensis*. Lipsiae apud Frid. Fleischer in Comm. Monachii. 1(2):306-624.
- Barrington, D.S. 1978. The revision of the genus *Trichipteris*. *Contr. Gray Herbarium* 208: 1-95.
- Bateman, R.M. 1996. An overview of lycophyte phylogeny, p.5-415. In: J.M. Camus, M. Gibby & R.J. Johns (ed.). *Pteridology in Perspective*. Kew, Royal Botanic Gardens.
- Boer, J.G.W. 1962. The new world species of the *Trichomanes* sect. *Didymoglossum* and *Microgonium*. *Acta Botanica Neerlandica*. 11:277-330.
- Brade, A.C. 1960-61. O gênero *Elaphoglossum* (Polypodiaceae) no Brasil - I. Chave para determinar as espécies brasileiras. *Rodriguésia* 23/24(35/36):21-48.
- Brade, A.C. 1972a. Contribuição ao conhecimento das espécies brasileiras do gênero *Schizaea*, com especial referência as espécies do Brasil austral. *Bradea* 1(26): 285-295.
- Brade, A.C. 1972b. O gênero *Dryopteris* (Pteridophyta) no Brasil e sua divisão taxonômica. *Bradea* 1(22):191-261.
- Carvalho, I.R. 1982. *O gênero Anemia Sw. nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço no estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus de Rio Claro. Brasil.
- Christenhusz, M. 2007. *Evolutionary History and Taxonomy of Neotropical Marattioid Ferns: Studies of an Ancient Lineage of Plants*. Dissertação, Department of Biology, University of Turku, Finland.
- Cislinski, J. 1996. O gênero *Diplazium* Sw. (Dryopteridaceae - Pteridophyta) no Estado do Paraná, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 10(1): 59-77.
- Claussen, R.T. 1938. A Monograph of the Ophioglossaceae. *Memoirs of the Torrey Botanical Club* 19(2):5-177.
- Conant, D.S. 1983. A revision of the genus *Alsophila* (Cyatheaceae) in the Americas. *Journal of Arn. Arboretum* 64:333-382.
- Dittrich, V.A.O. 2005. *Estudos taxonômicos no gênero Blechnum L. (Pterophyta, Blechnaceae) para as regiões Sudeste e Sul do Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus Rio Claro.
- Drummond, G.M., C.S. Soares, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini (org.) 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: Um atlas para a sua conservação*. Fundação Biodiversitas. 222p.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann. 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Dutra, J. 1938. A flora pteridofita do estado do Rio Grande do Sul. In: 1ª. *Reunião Sul Americana de Botânica*. Anais II.
- Evans, A.M. 1969. Interspecific relationships in the *Polypodium pectinatum-plumula* complex. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 55(3):193-293.
- Fée, A.L.A. 1869. *Cryptogames Vasculaires du Brésil*. Vol. 1. Paris. Veuve Berger-Levrault & Fils Libraires. 267p.
- Fée, A.L.A. 1873. *Cryptogames Vasculaires du Brésil* Vol. 2. Paris. Veuve Berger-Levrault & Fils Libraires. 115p.
- Fernandes, I. 1997. *Taxonomia e fitogeografia de Cyatheaceae e Dicksoniaceae nas regiões Sul e Sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Ferreira, M.B., W.R.C. D'Assumpção & G.M. Magalhães. 1977. Nova contribuição para o conhecimento da vegetação da Cadeia do Espinhaço ou Serra Geral (Maciço do Caraça). *Oréades* 10:49-67.
- Figueiredo, J.B. & A. Salino. 2005. Pteridófitas de quatro Reservas Particulares do Patrimônio Natural ao sul da região me-

- tropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. *Lundiana* 6(2):83-94.
- Fuchs-Eckert, H.P. 1986. Isoetáceas. In: R. Reitz. *Flora Ilustrada Catarinense*. Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Garcia, P.A. & A. Salino. A família Dryopteridaceae Herter no Estado de Minas Gerais, Brasil. *Lundiana (aceito para publicação)*.
- Gastony, G.J. 1973. A revision of the fern genus *Nephelea*. *Contr. Gray Herb.* 203:81-148.
- Gifford, E.M. & A.S. Foster. 1989. *Morphology and evolution of vascular plants*. New York, Freeman.
- Giulietti, A.M., N.L. Menezes, J.R. Pirani, M. Meguro & M.G.L. Wanderley. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 9(1):1-151.
- Gonzales, M.J. 2003. *A taxonomic revision of the genus Sticherus (Gleicheniaceae – Pteridophyta) in the Neotropics*. PhD Thesis. University of Göttingen. Göttingen.
- Hennipman, E. 1977. A monograph of the fern genus *Bolbitis* (Lomariopsidaceae). *Leiden Univ. Press (Leiden Bot. Ser.* 2)1-331.
- Hensen, R.V. 1990. Revision of the *Polypodium loriceum*-complex (Filicales, Polypodiaceae). *Nova Hedwigia* 50(3-4): 279-336.
- Hickey, R.J. 1990. Studies of neotropical *Isoetes* L. I. *Euphyllum*, a new subgenus. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 77:239-245.
- Hirai, R.Y. & J. Prado. 2000. Selaginellaceae Willk. No Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23(3):313-339.
- Holmgren, P.K., N.H. Holmgren & L.C. Barnett. 1990. *Index Herbariorum. Part 1. The Herbaria of the World*, 8 Ed. New York: New York Botanical Garden.
- Holtttum, R.E. 1986a. Studies in the fern-genera allied to *Tectaria* Cav. V. *Triplophyllum*, a new genus of Africa and America. *Kew Bulletin* 41:237-260.
- Holtttum, R.E. 1986b. Studies in the fern-genera allied to *Tectaria* Cav. VI. A conspectus of genera in the Old World regarded as related to *Tectaria*, with descriptions of two genera. *Gard. Bull. Sing.* 39(2):153-167.
- Johnson, D.S. 1986. Systematic of the new world species of *Marsilea* (Marsileaceae). *Syst. Bot. Monogr.* 11:1-87.
- Krieger, L. & R.F.N. Camargo. 1990. Pteridófitos da Zona da Mata de Minas Gerais encontrados no Herbário da Universidade Federal de Juiz de Fora, p.287-306. In: *Anais do 36° Congresso Nacional de Botânica*. Curitiba, XXXVI Congresso Nacional de Botânica.
- Kuhn, M. 1884. Isoetaceae - Salviniaceae. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler (ed.). *Flora Brasiliensis*. Lipsiae apu Frid. Fleischer in Comm. Monachii. 1(2):646-662.
- Labiak, P.H. & J. Prado. 2003. Grammitidaceae (Pteridophyta) no Brasil com ênfase nos gêneros *Ceradenia*, *Cochlidium* e *Grammitis*. *Hoehnea* 30(3):243-283.
- Labiak, P.H. & J. Prado. 2005a. As espécies de *Lellingeria* A.R. Sm. & R.C. Moran (Grammitidaceae – Pteridophyta) do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28(1):1-22.
- Labiak, P.H. & J. Prado. 2005b. As espécies de *Melpomene* e *Micropolypodium* (Grammitidaceae – Pteridophyta) no Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 23(1):51-69.
- Labiak, P.H. & J. Prado. 2005c. As espécies de *Terpsichore* A.R. Sm. e *Zygophlebia* L.E. Bishop (Grammitidaceae) do Brasil. *Acta Botanica Brasileira* 19(4):867-887.
- Lavalle, M.C. 2003. Taxonomía de las species neotropicales de *Marattia* (Marattiaceae). *Darwiniana* 41(1-4):61-86.
- León, B. 1993. *A Taxonomic revision of the fern genus Campylo-neurum (Polypodiaceae)*. Ph.D. Thesis. Aarhus University, Denmark.
- Lisboa, M.A. 1954. Pteridophytes de Ouro Preto. *Anais da Escola de Minas de Ouro Preto* 29:21-76.
- Melo, L.C.N. & A. Salino. 2002. Pteridófitas de duas áreas de floresta da bacia do Rio Doce no Estado de Minas Gerais. *Lundiana* 3(2):129-138.
- Melo, L.C.N. & A. Salino. 2007. Pteridófitas em fragmentos florestais da APA Fernão Dias, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia* 59(1):207-220.
- Mickel, J.T. 1962. A monographraphic study of the fern genus *Anemia* subg. *Coptophyllum*. *Iowa State Jour. Science* 36(4):349-482.
- Milde, J. 1852. Equisetaceae. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler. *Flora Brasiliensis*. F. Fleischer, Lipsiae, 1(2):630-643.
- Moran, R.C. & R. Riba. 1995. Psilotaceae a Salviniaceae. In: G. Davidse, M. Souza & S. Knapp (ed.). *Flora Mesoamericana*. Ciudad del México, Universidad Nacional Autónoma de México. V. 1.
- Moran, R.C. 1986. The neotropical fern genus *Olfersia*. *Amer. Fern J.* 76(4):161-178.
- Moran, R.C. 1987. Monograph of the Neotropical Fern genus *Polybotrya* (Dryopteridaceae). *Bulletin of the Illinois Natural History Survey* 34(1):1-138.

- Moran, R.C. 1991. Monograph of the Neotropical Fern genus *Stigmatopteris* (Dryopteridaceae). *Annals of Missouri Botanical Garden* 78:857-914.
- Moran, R.C. 1995. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forests, p.359-363. In: S.P. Churchill (ed.). *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. New York, The New York Botanical Garden.
- Moran, R.C. 2000. Monograph of the neotropical species of *Lomariopsis* (Lomariopsidaceae). *Brittonia* 52(1):55-111.
- Morton, C.V. 1947. The American species of *Hymenophyllum* sect. *Sphaerocionium*. *Contributions from the United States National Herbarium* 29:139-201.
- Nessel, H. 1955. Lycopodiaceae, p.1-131. In: F.C. Hoehne (ed.). *Flora Brasílica*. São Paulo, Secretaria da Agricultura do estado de São Paulo.
- Nonato, F.R. & P.G. Windisch 2004. Vittariaceae (Pteridophyta) do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27(1):149-161.
- Ølgaard, B. & P.G. Windisch. 1987. Sinopse das Lycopodiáceas do Brasil. *Bradea* 1(5):1-43.
- Ølgaard, B. 1992. Neotropical Lycopodiaceae – An overview. *Ann. Missouri Botanical Garden* 79:867-717.
- Page, C.N. 1979. The diversity of ferns: an ecological perspective, p.10-56. In: A.F. Dyer (ed.). *The experimental biology of ferns*. London, Academic Press.
- Ponce, M., K. Mehltreter & E. R. de la Sota. 2002. Análisis biogeográfico de la diversidad pteridofítica en Argentina y Chile continental. *Revista Chilena de Historia Natural* 75:703-717.
- Ponce, M.M. 1995. Las especies austrobrasileñas de *Thelypteris* subg. *Amauropelta*. (Thelypteridaceae, Pteridophyta). *Darwiniana* 33:257-283.
- Prado, J. & P.G. Windisch. 1996. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Dennstaediaceae. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 15:83-88.
- Prado, J. & P.G. Windisch. 2000. The genus *Pteris* L. (Pteridaceae) in Brazil. *Boletim do Instituto de Botânica* 13:103-199.
- Prado, J. & P.H. Labiak. 2003. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Pteridófitas. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 21(1):25-47.
- Prado, J. 1989. *Os representantes da família Pteridaceae, subfamília Cheilanthoideae (Div. Pteridophyta) ocorrentes nos campos rupestres da cadeia do Espinhaço no estado de Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- Prado, J. 1992. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais. Pteridaceae - Cheilanthoideae. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 13:41-159.
- Prado, J. 1997. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Pteridaceae - Adiantoideae e Taenitidoideae. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 16:115-118.
- Prado, J. 1998. Pteridófitas do estado de São Paulo, p.49-61. In: C.E.M. Bicudo & G.J. Shepherd (ed.). *Biodiversidade do estado de São Paulo: Síntese do conhecimento ao final do século XX – Fungos macroscópicos e plantas*. São Paulo, FAPESP.
- Prado, J. 2003. Revisões e monografias como base para análise de diversidade, o quanto conhecemos sobre a nossa flora, p.278-279. In: M.A.G. Jardim, M.N.C. Bastos & J.U.M. Santos (ed.). *Desafios da Botânica no Novo Milênio: Inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal*. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém.
- Presl, K. 1822. *Plantarum novarum Brasiliae praesertim Filicum Linnei diagnoses et descriptiones*. Deliciae Pragenses, Praha. p. 158-190.
- Price, M.G. 1983. *Pecluma*, a new tropical american fern genus. *Amer. Fern J.* 73(3):109-116.
- Pryer, K.M., E. Schuettpelz, P.G. Wolf, H. Schneider, A.R. Smith & R. Cranfill 2004. Phylogeny and evolution of ferns (Monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences. *American Journal of Botany* 91(10):1582-1598.
- Raddi, J. 1819. *Synopsis filicum Brasiliensium*. Opuscoli Scientifici Bologna 3:279-293.
- Raddi, J. 1825. *Plantarum Brasiliensium nova genera et species novae*. Pars 1: filices. 84 tab.
- Rolim, L.B. & A. Salino. Polypodiaceae Bercht. & J. Presl (Polypodiopsida) no Parque Estadual do Itacolomi, MG, Brasil. *Lundiana* (aceito para publicação).
- Rolim, L.B. 2007. *Pteridófitas do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.
- Rolleri, C.H. 2004. Revisión del género *Danaea* (Marattiaceae – Pteridophyta). *Darwiniana* 42(1-4):217-301.
- Roos, M. 1996. Mapping the world's pteridophyte diversity – systematics and floras, p.29-42. In: J.M. Camus, M. Gibby & R.J. Johns (ed.). *Pteridology in Perspective*. Kew, Royal Botanic Gardens.

- Salino, A. & J. Semir. 2002. Thelypteridaceae (Polypodiophyta) do Estado de São Paulo: *Macrothelypteris* e *Thelypteris* subgêneros *Cyclosorus* e *Steiropteris*. *Lundiana* 3:9-27.
- Salino, A. & J. Semir. 2004a. *Thelypteris* subg. *Meniscium* (Thelypteridaceae - Pterophyta) no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27:103-114.
- Salino, A. & J. Semir. 2004b. *Thelypteris* subg. *Amauropelta* (Kunze) A.R. Sm. (Thelypteridaceae - Pterophyta) no Estado de São Paulo, Brasil. *Lundiana* 5(2):83-112.
- Salino, A. & T.E. Almeida. *no prelo* a. Diversidade e conservação das pteridófitas na Cadeia do Espinhaço, Brasil. *Megadiversidade* (aceito para publicação).
- Salino, A. & T.E. Almeida. *no prelo* b. Pteridófitas. In: G.M. Drummond, A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann. (org.). *Listas vermelhas das espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção em Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.
- Salino, A. 2000. *Estudos taxonômicos na família Thelypteridaceae (Polypodiopsida) no Estado de São Paulo, Brasil*. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Salino, A. 2002. New species and combinations in *Thelypteris* subg. *Goniopteris* (Thelypteridaceae). *Brittonia* 54:331-339
- Salino, A., S.M., V.A.O. Dittrich & R.M. Britze. 2005. Flora Pteridofítica, p.85-101. In: M.C.M. Marques & R.M. Britze (ed.). *Historia Natural e Conservação da Ilha do Mel*. Editora UFPR.
- Schrader, H.A. 1824. *Illustratio Filicum a Serenissimo Principe Neovidensi in Brasilia Observatarum*. Göttinger gelehrte Anzeigen unter der Aufsicht der königl: 857-872.
- Sehnm, A. 1963. O gênero *Asplenium* nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *Sellowia* 15: 9-35.
- Sehnm, A. 1967a. Maratiáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1967b. Osmundáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1967c. Plagiogiariáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1967d. Vitáriaceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1968a. Aspleniáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1968b. Blechnáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1970a. Gleicheniáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1970b. Polipodiáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1971. Himenofiláceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1972. Pteridáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1974. Esquizeáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1977a. Estudo e distribuição das Pteridófitas do DF, Brasília. In: Anais 23° Congresso Nacional de Botânica. Belo Horizonte.
- Sehnm, A. 1977b. As filicáceas do sul do Brasil, sua distribuição geográfica, sua ecologia e suas rotas de migração. *Pesquisas* 31:1-108.
- Sehnm, A. 1978. Ciáteáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1979a. Aspidiáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1979b. Davaliáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1979c. Marsiliáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1979d. Ofioglossáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1979e. Parkeriáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1979f. Psilotáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1979g. Salviniáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Sehnm, A. 1984. Equisetáceas. In: R. Reitz (ed.). *Flora Ilustrada Catarinense*. Herb. Barbosa Rodrigues. Itajaí.
- Smith, A. R. 1986. Revision of the Neotropical fern genus *Cycloidium*. *American Fern J.* 76(2):56-98.
- Smith, A.R. & R.C. Moran. 1987. New combinations in *Megalastrium* (Dryopteridaceae). *Amer. Fern. J.* 77(4):124-130.
- Smith, A.R., K.M. Pryer, E. Schuettelpelz, P. Korall, H. Schneider & P.G. Wolf. 2006a. A classification for extant ferns. *Taxon* 55(3):705-731.

Smith, A.R., H. Kreier, C.H. Haufler, T.A. Ranker & H. Schneider. 2006b. *Serpocaulon* (Polypodiaceae), a new genus segregated from *Polypodium*. *Taxon* 55(4):919-930.

Sota, E. de la. 1966. Revision le las especies americanas del grupo "*Polypodium squamatum*" L. (Polypodiaceae (S. Str.). *Rev. Museo de La Plata N.S. Bot.* 10:69-186.

Spring, A.F. 1840. Lycopodiaceae. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler (ed.). *Flora Brasiliensis*. Lipsiae apu Frid. Fleischer in Comm. Monachii. 1(2):106-136.

Sturm, J.G. 1859. Ophioglossaceae - Hymenophyllaceae. In: C.F.P. Martius & A.G. Eichler (ed.). *Flora Brasiliensis*. Lipsiae apu Frid. Fleischer in Comm. Monachii. 1(2):142-304.

Sylvestre, L.S. 2001. *Revisão das espécies da família Aspleniaceae A.B. Frank ocorrentes no Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Tryon, A.F. 1970. A monograph of the fern genus *Eriosorus*. *Contr. Gray Herb.* 200:54-274.

Tryon, R.M. 1960. A review of genus *Dennstaedtia* in America. *Contr. Gray Herb.* 187: 23-52.

Tryon, R.M. & A.F. Tryon. 1982. *Ferns and allied plants with special reference to Tropical America*. New York, Springer-Verlag.

Tryon, R.M. 1942. A revision of the genus *Doryopteris*. *Contr. Gray Herb.* 143:1-80.

Tryon, R.M. 1956. A revision of the american species of *Notholaena*. *Contr. Gray Herb.* 179:1-106.

Windisch, P.G. & J. Prado. 1990. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Cyatheaceae. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 12:7-13.

Windisch, P.G. 1992a. *Trichomanes crispum* L. (Pteridophyta, Hymenophyllaceae) and allied species. *Bradea* 4(12):78-117.

Windisch, P.G. 1992b. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Hymenophyllaceae. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 13:133-139.

Windisch, P.G. 1996. Towards assaying biodiversity in Brazilian pteridophytes, p. 109-117. In: C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes (ed.). *Biodiversity in Brazil*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), São Paulo.







# Fanerógamas

João Renato Stehmann<sup>1</sup>

Marcos Sobral<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

<sup>2</sup> Universidade Federal de São João del-Rei

## Introdução

As fanerógamas correspondem às plantas com sementes e incluem representantes das Gimnospermas e das Angiospermas. Os dois grupos são dominantes na paisagem terrestre e estima-se que compreendam cerca de 257 mil espécies (Thorne, 2001). As Gimnospermas tiveram grande diversificação no passado, mas hoje estão representadas por apenas 60 a 80 gêneros e cerca de 800 espécies, a maioria habitando regiões temperadas do planeta (Kramer, 1990; Judd *et al.*, 2007). As Angiospermas, por sua vez, surgiram pouco antes do Cretáceo, há cerca de 150 milhões de anos, e desde então experimentaram extraordinária diversificação, especialmente nas regiões tropicais, onde está a maior riqueza.

As angiospermas destacam-se pela importância econômica para o homem. Boa parte dos produtos utilizados pela nossa espécie vem desse grupo de plantas, que inclui espécies alimentícias, medicinais, madeiras, oleaginosas e produtoras de fibras.

As Gimnospermas são plantas caracterizadas pelas sementes nuas, não possuindo frutos. São mais comumente reconhecidas pelos representantes das coníferas, que incluem os pinheiros. A riqueza de Gimnospermas no Brasil é pequena, com a ocorrência de seis gêneros e pouco mais de 20 espécies, sendo que apenas *Araucaria* e *Podocarpus* são nativos em Minas Gerais, o primeiro gênero representado por uma única espécie (*A. angustifolia*) e o segundo com duas espécies (*P. lambertii* e *P. sellowii*).

Para o grupo das Angiospermas, que inclui as plantas que produzem flores e frutos, a riqueza de espécies da flora brasileira é extraordinária. Estima-se que o Brasil detenha aproximadamente 20% de toda a riqueza mundial desse grupo, com 40 a 60 mil espécies ocorrendo em seu território (Shepherd, 2003, 2006), e que Minas Gerais pode abarcar mais de 25% do total dessa riqueza.

## Inventários Florísticos

Os inventários florísticos em Minas Gerais iniciaram-se no século XVII, quando naturalistas viajantes empreenderam expedições pelo interior do Estado, seguindo os caminhos do ouro e dos diamantes, e coletaram amostras da nossa flora. Dentre os mais importantes, destacam-se Auguste

Saint-Hilaire (1779-1853), Carl Philipp von Martius (1794-1868), Georg Heinrich von Langsdorff (1774-1852), Johan Emmanuel Pohl (1782-1834) e Eugen Warming (1841-1924). As amostras coletadas tinham como destino os museus da Europa, cujos herbários até hoje guardam rica documentação sobre a flora de Minas Gerais, especialmente os materiais tipos<sup>1</sup> das espécies.

A maior parte das espécies da flora mineira foi descrita na *Flora Brasiliensis*, uma obra monumental que teve três editores (Carl Martius, August Eichler e Ignatz Urban) e cujos fascículos foram publicados de 1840 até 1906. Nela foram descritas pouco mais de 22.767 espécies, das quais 5.689 novas para a ciência (Daly & Prance, 1989). Esta obra está disponível no formato digital, resultado de esforço conjunto entre diversas instituições nacionais e internacionais (<http://florabrasiliensis.cria.org.br/>) e pode ser facilmente consultada, embora a nomenclatura de muitas espécies esteja desatualizada. A *Flora Brasiliensis* Revisitada é um projeto correlacionado, envolvendo pesquisadores brasileiros e estrangeiros, e que no futuro incluirá as atualizações nomenclaturais necessárias (<http://flora.cria.org.br/>).

Entre os mais importantes botânicos mineiros, podemos destacar Frei José Mariano da Conceição Vellozo (1742-1811) e João Barbosa Rodrigues (1842-1909), que deixaram obras inestimáveis sobre a flora brasileira. Em Minas Gerais, merecem destaque os trabalhos de Leônidas Botelho Damazio (1854-1922), Carl August Wilhelm Schwacke (1848-1904), Álvaro Astolfo da Silveira (1867-1945) e Henrique Lamahyer de Mello Barreto (1892-1962). Esses botânicos coletaram e descreveram numerosas espécies para a Flora de Minas Gerais, mas apenas parte das coleções de Damazio, Schwacke e Mello Barreto permaneceram depositadas no Estado, pois outra parte foi enviada para os herbários do Rio de Janeiro (Jardim Botânico e Museu Nacional). Em Minas Gerais, exemplares coletados por Damazio e Schwacke encontram-se no herbário da Universidade Federal de Ouro Preto (OUPR), enquanto os de Mello Barreto são guardados no herbário BHCB, da Universidade Federal de Minas Gerais. Essas coleções históricas há até bem pouco tempo estavam em péssimas condições de conservação e foram parcialmente danificadas ou destruídas.

A partir da década de 1970, pesquisadores do Estado de São Paulo iniciaram coletas botânicas sistemáticas em Minas Gerais, no intuito de conhecer a flora da Cadeia do Espinhaço. Um grande acervo

---

<sup>1</sup> Tipo nomenclatural é o elemento (exsicata ou ilustração) ao qual o nome de um táxon está permanentemente ligado.

de amostras foi incorporado aos herbários paulistas, especialmente ao herbário SPF, da Universidade de São Paulo. Um histórico detalhado dessa iniciativa é encontrado em Pirani *et al.* (2003). Nessa mesma década, no ano de 1974, foi criada a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), com a atribuição de administrar e coordenar a pesquisa agropecuária no âmbito do Estado de Minas Gerais. Concomitantemente foi criado o herbário PAMG, o primeiro na esfera estadual, que serviu de depositário para materiais coletados nos projetos de pesquisa dessa instituição, a grande maioria voltada para viabilizar alternativas econômicas e uso dos recursos naturais nas diferentes regiões do Estado.

A partir de meados da década de 1980 aumentaram os estudos florísticos realizados em Minas Gerais, em decorrência das exigências de estudos de impacto ambiental, previstos na resolução 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A obrigatoriedade da realização de inventários florísticos criou uma demanda de mercado e a formação de profissionais mais voltados à taxonomia e áreas correlatas (como ecologia e conservação), ou seja, capacitados para reconhecer as espécies de fanerógamas da flora mineira. Paralelamente, houve considerável investimento das instituições sediadas em Minas Gerais, na qualificação de recursos humanos e, nesse período, muitos docentes e pesquisadores ingressaram em programas de Pós-graduação fora do Estado, uma vez que só em 1996 o primeiro programa de Pós-graduação em Botânica foi implantado em Minas Gerais, na Universidade Federal de Viçosa. Assim, somente a partir do final da década de 1990 é que o Estado começou a consolidar efetivamente grupos de pesquisa na área de taxonomia, capazes de trabalhar na descrição da sua biodiversidade. Foi a partir desse período que o acervo dos herbários mineiros, em especial de Fanerógamas, começou a crescer significativamente.

## Riqueza e Endemismo

A flora fanerogâmica de Minas Gerais é historicamente decantada como uma das mais exuberantes do País, mas nunca houve um esforço que tivesse como meta estimar a sua riqueza. Para o componente arbóreo, onde predominam as fanerógamas, Oliveira-Filho (2006) estimou a existência de 2.500 espécies. Contudo, pouco se sabe sobre o montante de espécies herbáceas, que é certamente o grupo ecológico mais diverso. As informações taxonômicas existentes estão dispersas e poucos estudos publicados circunscrevem seus resultados apenas para o território mineiro, o que dificulta a realização de iniciativas dessa natureza.

Para dar uma idéia geral da riqueza de fanerógamas no Estado, levantamos informações preliminares para algumas famílias através da consulta a especialistas e literatura taxonômica, resultados que estão sintetizados nas Tabelas 1 e 2. Numa análise de 16 principais famílias, cuja riqueza no país perfaz cerca de 17.500 espécies, estimamos para Minas Gerais a ocorrência de 6.280 espécies, ou seja, 35% do total ocorrente na flora brasileira. Dentre as Monocotiledôneas (Tabela 1), as famílias Orchidaceae, Poaceae e Eriocaulaceae estão entre as mais ricas, enquanto nas Eudicotiledôneas (Tabela 2) destacam-se Asteraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Apocynaceae, Myrtaceae e Rubiaceae. Considerando-se que em Minas Gerais são encontradas cerca de 200 famílias botânicas, acreditamos que a riqueza do Estado deva englobar um montante em torno de 12 mil espécies de angiospermas. A riqueza da flora do Estado pode ser entendida em função de dois fatores: a diversidade de formações vegetacionais, permitindo a chegada de elementos pertencentes a diferentes províncias biogeográficas, como a Caatinga, a Mata Atlântica e o Cerrado, e o grande número de endemismos encontrados principalmente junto às regiões serranas.

**Tabela 1.** Quadro comparativo da riqueza em número de espécies das principais famílias de Monocotiledôneas encontradas no Brasil e em Minas Gerais.

MONOCOTILEDÔNEAS	BRASIL	MINAS GERAIS	FONTE / REFERÊNCIA
Bromeliaceae	1.000	265 (26,5 %)	L. M. Versieux (2007)
Eriocaulaceae	548	400 (73%)	-
Poaceae	2.000	700 (35 %)	P.L. Viana (com. pessoal)
Orchidaceae	2.650	850 (32,1 %)	R.C. Mota (com. pessoal)
Velloziaceae	235	170 (72,3 %)	-
Xyridaceae	140	100 (71,4 %)	-
<b>Total</b>	<b>6.223</b>	<b>2.485</b>	-

**Tabela 2.** Quadro comparativo da riqueza em número de espécies das principais famílias de Eudicotiledôneas encontradas no Brasil e em Minas Gerais.

EUDICOTILEDÔNEAS	BRASIL	MINAS GERAIS	FONTE
Apocynaceae	750	250 (33,3 %)	A. Rapini (com. pessoal)
Asteraceae	2.500	1.500 (60 %)	J. Nakajima (com. pessoal)
Cactaceae	230	180 (78,3 %)	D. Zappi (com. pessoal)
Euphorbiaceae	1.100	250 (22,7 %)	I. Cordeiro (com. pessoal)
Fabaceae	3.200	800 (25 %)	-
Lamiaceae	500	120 (24 %)	-
Malpighiaceae	458	120 (26,2 %)	A. Amorim (com. pessoal)
Myrtaceae	1.038	225 (21,7 %)	M. Sobral (dados não publicados)
Rubiaceae	1.000	200 (20 %)	D. Zappi (com. pessoal)
Solanaceae	450	153 (34 %)	J.R. Stehmann (dados não publicados)
<b>Total</b>	<b>11.226</b>	<b>3.798</b>	-

Como elementos endêmicos do Estado, podemos citar também 20 gêneros de angiospermas, todos endêmicos de campos rupestres ou, no caso do gênero *Uebelmannia*, de Caatinga. Os gêneros estão listados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Gêneros de angiospermas endêmicos no Estado de Minas Gerais

GÊNERO	FAMÍLIA	Nº. ESPÉCIES
<i>Accara</i> Landrum	Myrtaceae	1
<i>Antheremanthus</i> H.Rob.	Asteraceae	1
<i>Blastocaulon</i> Mart.	Eriocaulaceae	2
<i>Chronopappus</i> DC.	Asteraceae	1
<i>Cipocereus</i> F.Ritter	Cactaceae	7
<i>Cipoia</i> C.T.Philbrick <i>et al.</i>	Podostemaceae	1



continuação

<b>GÊNERO</b>	<b>FAMÍLIA</b>	<b>Nº. ESPÉCIES</b>
<i>Diamantina</i> Novelo <i>et al.</i>	Podostemaceae	1
<i>Eriocnema</i> Naudin	Melastomataceae	2
<i>Eriothymus</i> J.A.Schmidt	Lamiaceae	1
<i>Fritzschia</i> Cham.	Melastomataceae	2
<i>Heterocoma</i> DC.	Asteraceae	1
<i>Lithobium</i> Bong.	Melastomataceae	1
<i>Lychnophoriopsis</i> Sch.Bip.	Asteraceae	3
<i>Minasia</i> H. Rob.	Asteraceae	3
<i>Oryxis</i> A. Delgado & G.P.Lewis	Fabaceae	1
<i>Prestelia</i> Sch.Bip.	Asteraceae	1
<i>Proteopsis</i> Mart. & Zucc.	Asteraceae	1
<i>Pseudotrimezia</i> R.C.Foster	Iridaceae	11
<i>Svitramia</i> Cham.	Melastomataceae	7
<i>Uebelmannia</i> Buining	Cactaceae	7

As serras de Minas Gerais são conhecidas como locais de alta riqueza de espécies e endemismos. Essas serras são análogas a ilhas oceânicas e as condições climáticas e edáficas associadas ao isolamento de populações propiciaram o surgimento de novas espécies em cada uma delas. Os estudos florísticos realizados em diversas serras, especialmente aquelas da cadeia do Espinhaço, têm evidenciado elevada riqueza florística, com a descoberta de numerosas espécies novas, muitas delas endêmicas.

Na Cadeia do Espinhaço, destacam-se os estudos nas Serras do Cipó e Grão-Mogol, iniciados a partir da década de 1970, coordenados por pesquisadores da Universidade de São Paulo, e cujos resultados começaram a ser divulgados sistematicamente a partir de 1987, quando foi publicada a listagem de espécies da Flora da Serra do Cipó, com mais de 1.600 espécies de plantas vasculares e briófitas (Giulietti *et al.*, 1987). Há numerosas espécies endêmicas, especialmente nas famílias Velloziaceae (canelas-de-ema), Eriocaulaceae e Xyridaceae (sempre-vivas). Quase metade das espécies da família Velloziaceae não é encontrada em nenhuma outra serra da Cadeia do Espinhaço, ocorrendo exclusivamente na Serra do Cipó (Giulietti *et al.*, 1987). Revisões de famílias

continua &gt;

para a Serra do Cipó (e mais recentemente para as serras de Grão-Mogol) têm sido publicadas no Boletim de Botânica da USP. Apesar desses trabalhos serem importantes para a identificação das espécies da região, eles são limitados para uso em outras áreas, tendo em vista o elevado número de endemismos, ou seja, espécies exclusivas de cada uma delas.

Outra serra que merece destaque é a serra do Caraça, onde está o Santuário de mesmo nome, hoje transformada em Reserva Particular do Patrimônio Natural. Essa Serra foi visitada por vários naturalistas viajantes no século XIX, como Auguste Saint-Hilaire, Georg Langsdorff, Carl Martius e Ludwig Riedel, e sua flora foi bastante coletada. O levantamento florístico, atualmente em realização por pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais, estima a ocorrência de mais de 1.400 espécies de fanerógamas. Considerando o tamanho da área, de pouco mais de 10 mil hectares, pode-se considerar essa serra como extremamente rica. Vários endemismos são encontrados, como *Chamaecrista caracensis* (Fabaceae), *Cipocereus laniflorus* (Cactaceae), *Cryptanthus caracensis* (Bromeliaceae), *Blepharocalyx myriophyllus* (Myrtaceae), *Eugenia neosericea* (Myrtaceae), *Heterocondylus macrocephalus* (Asteraceae), *Mimosa montiscarasae* (Fabaceae) e *Vellozia castanea* (Velloziaceae). Surpreende nessa serra a riqueza da família Orchidaceae, representada por mais de 180 espécies, das quais sete são novas para a ciência e mais de 30 consideradas ameaçadas de extinção (Mota, 2005).

A serra da Canastra, situada na região sudoeste do Estado, mostrou ser também uma região bastante rica. Apesar dos estudos florísticos ainda não estarem concluídos, alguns trabalhos revelam a grande riqueza de espécies, numerosos endemismos e espécies não descritas para a ciência. Para o Parque Nacional da Serra da Canastra (71.000 ha), foram registradas 768 espécies de angiospermas, das quais 47 são endêmicas e 37 novas. Destacam-se na sua flora as famílias Asteraceae e Melastomataceae, a primeira com 215 espécies, das quais mais de 10% ainda não descritas e a segunda com 95 espécies, nove delas novas (Nakajima & Semir, 2001; Romero & Nakajima, 1999).

Além do conjunto de serras, que são as áreas de maior riqueza e endemismo em Minas Gerais, a Mata Atlântica, o Cerrado e a Caatinga são de extrema importância. Essas formações, diferentemente da maior parte dos Campos Rupestres (especialmente os de origem quartzítica), sofreram degradação intensa devido à pressão extrativa dos seus recursos naturais, além da cobertura vegetal original ter sido bastante reduzida.

A Mata Atlântica em Minas Gerais ocupava originalmente pouco menos da metade da área do Estado. Hoje encontra-se reduzida a cerca de 4% da cobertura original e os remanescentes constituem, em sua grande maioria, vegetação secundária em diferentes estádios de sucessão. Em Minas Gerais encontramos quase todas as tipologias florestais descritas para o bioma, como a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta Ombrófila Aberta, a Floresta Ombrófila Mista, bem como a Floresta Estacional Semidecidual, que ocupava originalmente a maior extensão do Estado. Estimar a riqueza original da Mata Atlântica em Minas Gerais é bastante difícil, uma vez que poucos remanescentes restaram. Esforços para se mapear os remanescentes e fragmentos de Mata Atlântica, muitos deles considerados áreas prioritárias para conservação no Estado, têm sido realizados. Contudo, poucas dessas áreas foram inventariadas a contento, de forma a se avaliar sua diversidade e importância para a conservação das espécies de nossa Flora. Para a Mata Atlântica mineira temos o registro da ocorrência de pelo menos 60 espécies endêmicas, número que deve ser significativamente maior.

O Parque Estadual do Rio Doce, com cerca de 36 mil hectares, é o maior remanescente existente, e ainda preserva, em alguns trechos, características da vegetação primitiva da Mata Atlântica do médio rio Doce. Estudos florísticos realizados em sua área e na RPPN Feliciano Abdala, em Caratinga, inventariaram 1.127 espécies de fanerógamas (Lombardi & Gonçalves, 2000; Gonçalves & Lombardi, 2004).

As espécies arbóreas de Mata Atlântica são melhor conhecidas, especialmente pelos diversos estudos fitossociológicos realizados no Estado. Análises das relações florísticas da Mata Atlântica do sudeste do Brasil, incluindo Minas Gerais, podem ser encontrados em Oliveira-Filho & Fontes (2000) e Oliveira-Filho *et al.* (2005). Contudo, faltam trabalhos florísticos que contemplem descrições e chaves para identificação dos táxons, como aqueles existentes para a Cadeia do Espinhaço, o que dificulta o reconhecimento dos elementos atlânticos de nossa flora.

Para as espécies herbáceas, o desconhecimento é ainda maior. Uma grande extensão de áreas campestres ocorre no domínio da Mata Atlântica mineira, representada pelos Campos de Altitude das serras da Mantiqueira e Caparaó. Inventários nessas áreas são praticamente inexistentes e necessitam ser estimulados.

O Cerrado ocupava originalmente cerca de 23% do território brasileiro, com sua maior extensão localizada no Planalto Central brasileiro. Em Minas Gerais, mais da metade da área era coberta por essa vegetação,

especialmente a região situada a oeste da Cadeia do Espinhaço. Sua flora está estimada em mais de seis mil espécies de fanerógamas, onde se destacam espécies das famílias Fabaceae, Asteraceae, Orchidaceae e Poaceae (Mendonça *et al.*, 1998). A primeira listagem florística para o Cerrado foi produzida em 1892 para Lagoa Santa, por Warming (1973), que descreveu as características de sua flora. Ferri & Goodland (1973) estudaram a estrutura e a composição florística do Cerrado do Triângulo Mineiro. Estudos mais recentes analisaram as relações florísticas entre diferentes áreas, tendo evidenciado que, apesar da relativa semelhança fitofisionômica, as áreas de Cerrado são floristicamente bastante diferenciadas (Ratter & Dargie 1992; Ratter *et al.*, 1997; 2003). Para Minas Gerais, Brandão & Gavilanes (1992) citaram 903 espécies arbóreas ocorrentes no Cerrado s.l. (sem incluir os Campos Rupestres), número que certamente está subestimado. A flora do Cerrado é reconhecida pelo potencial econômico de diversas espécies, especialmente frutíferas (Almeida *et al.*, 1998), cujo aproveitamento vem sendo objeto de estudo de diversas instituições. Para evidenciar o desconhecimento existente da flora do Cerrado Mineiro, vale destacar a descrição de uma espécie nova de jabuticaba, *Plinia nana*, para o Cerrado do Planalto de Diamantina (Sobral, 2005). Estudos florísticos nos cerrados mineiros são urgentes, uma vez que o bioma é praticamente destituído de unidades de conservação e, nos últimos anos, se intensificou o uso agrícola de suas áreas e o uso extrativo de sua flora para alimentar a demanda energética da siderurgia. Num cenário pessimista, caso não se reverta esse quadro, o Cerrado pode estar extinto até o ano de 2030 (Machado *et al.*, 2004). Em Minas Gerais, a situação não difere da nacional, e as áreas de Cerrado, assim como a sua biota, estão condenadas ao desaparecimento.

A Caatinga ocupa pouco menos de 13% do território brasileiro e sua maior extensão encontra-se na região Nordeste. Em Minas Gerais, esse bioma abrange apenas parte da região norte do Estado, e ocupa uma área relativamente pequena quando comparada ao Cerrado e à Mata Atlântica. Vários estudos têm demonstrado que a Caatinga não é um ambiente homogêneo como havia sido originalmente descrita, e apresenta uma diversidade de tipos vegetacionais (Ferri, 1980; Andrade-Lima, 1981) muitas vezes condicionada ao fator edáfico (Araújo *et al.*, 1999). A vegetação da Caatinga é muito peculiar, adaptada às condições de clima semiárido, e não é encontrada em outras regiões do país. Giulietti *et al.* (2004) destacam a falta de informações florísticas para a Caatinga mineira, considerada pobremente conhecida, e ressaltam a ocorrência de numerosos endemismos para o bioma, especialmente nas famílias Fabaceae (a mais rica) e Cactaceae. Brandão (2000) resalta a ausência de estudos florísticos na Caatinga e a destruição de extensas áreas desde a instalação de projetos de colonização e desenvolvimento agrícola na região.

Embora não destacado acima, outras formações com peculiaridades florísticas distintas não podem ser esquecidas, como as formações carbonáticas (região cárstica), as formações úmidas (incluindo as veredas) e os inselbergs.

## Conservação

Segundo a Lista Vermelha da Flora Ameaçada de Extinção de Minas Gerais (Drummond *et al.* 2008), 988 espécies de fanerógamas estão consideradas ameaçadas no Estado, distribuídas nas categorias Criticamente em Perigo (290), Em Perigo (252) e Vulnerável (446). Esse montante corresponde a mais de 80% da flora considerada ameaçada para o Estado. Dentro das Fanerógamas, as Angiospermas Basais e as Eudicotiledôneas (que representam tradicionalmente a classe Dicotyledoneae) têm o maior número de espécies ameaçadas, com 584 espécies, enquanto as Monocotiledôneas possuem 404 espécies. Vale ressaltar que neste último grupo nove espécies foram consideradas extintas, uma vez que não se conhecem registros recentes. A pressão de extrativismo, principalmente nas famílias Bromeliaceae e Orchidaceae, e a degradação do habitat têm sido os principais fatores que afetam a sobrevivência das espécies de fanerógamas. Não se sabe também quantas estão presentes em Unidades de Conservação, o que, na teoria, poderia indicar que estas espécies estariam de alguma forma protegidas.

Além disso, merece destaque o grande número (957) de espécies incluídas na categoria Deficientes em Dados, ou seja, que não puderam ser analisadas quanto a seu grau de ameaça. Isso se deveu ao limitado conhecimento taxonômico existente para a flora de Minas Gerais, que não permitiu a segura avaliação dessas espécies. Muitas delas, em avaliações futuras, possivelmente serão consideradas ameaçadas de extinção.

## Lacunas de Conhecimento: Regiões, Grupos Taxonômicos e Grupos Ecológicos

A densidade de coletas por área tem sido um indicador utilizado para avaliar o grau de amostragem de uma região, estado ou país, e indicar se o acervo existente é suficiente ou insuficiente para nos

dar uma noção de sua riqueza. Para ter uma amostragem razoável, sugere-se algo em torno de três amostras por km<sup>2</sup>. Em Minas Gerais, a densidade de coletas é de cerca de 0,64 amostras por km<sup>2</sup>, o que significa que para atingir essa meta seriam necessárias mais de 1.300.000 amostras.

Além da pequena quantidade absoluta de coletas em Minas Gerais, sua distribuição é muito irregular. Considerando o efeito do Museu, isto é, de que há relação entre o esforço de coleta e a distância da sede das coleções, há regiões de Minas completamente descobertas de amostragem. O mapeamento das áreas prioritárias para a conservação da flora em Minas Gerais encontra-se no Atlas da Biodiversidade de Minas Gerais (Drummond *et al.*, 2005). Confrontando as indicações de prioridade de conservação com a ausência de amostras e de estudos florísticos, destacamos 18 áreas merecedoras de prioridade na realização de inventários de fanerógamas (Tabela 4).

Com relação aos grupos ecológicos, normalmente os levantamentos se restringem ao estrato arbóreo, menos frequentemente incluindo o estrato arbustivo. Estudos enfocando o estrato herbáceo ou plantas epifíticas são raros.

O esforço de coleta, ou seja, o número de viagens realizadas e a duração de cada coleta, afeta diretamente a estimativa de riqueza. Isso porque a identificação das espécies é baseada geralmente na análise de características florais ou de frutos, sendo necessário realizar a coleta da amostra no período em que ela está fértil. Amostras não contendo flor ou fruto não são, em regra, incluídas nos herbários. Por esse motivo, estudos com pequeno esforço amostral certamente subestimam a riqueza das áreas.

**Tabela 4.** Lista das áreas consideradas prioritárias para realização de inventários de Fanerógamas em Minas Gerais. As Regiões – áreas prioritárias são denominadas de acordo com o Atlas da Biodiversidade de Minas Gerais (Drummond *et al.*, 2005).

BIOMA	REGIÃO – ÁREAS PRIORITÁRIAS	ÁREA (KM <sup>2</sup> )
Cerrado	Várzeas do médio rio São Francisco	17.588
Cerrado	Parque Nacional Grande Sertão Veredas	6.906
Cerrado	São Miguel	19.595
Cerrado	Espinhaço setentrional	21.104
Mata Atlântica	Bacia do alto rio Pardo	6.988

continua >

continuação

BIOMA	REGIÃO – ÁREAS PRIORITÁRIAS	ÁREA (KM²)
Mata Atlântica	Região de Novo Oriente de Minas	2.799
Mata Atlântica	Rio Pampã	4.714
Cerrado/Caatinga/Mata Atlântica	Médio Jequitinhonha	6.707
Cerrado	Alto Jequitinhonha	15.358
Cerrado	Região de Paracatu	8.232
Cerrado	Vereda Grande	4.596
Mata Atlântica	Florestas da encosta leste do Espinhaço	6.214
Mata Atlântica	Braúnas	377
Mata Atlântica	Bacia do rio Suaçuí Grande	4.170
Mata Atlântica	Parque Estadual Sete Salões	487
Mata Atlântica	Região de Guaxupé	1.703
Mata Atlântica	Rio das Mortes e Capivari	2.141
Mata Atlântica	Região da Serra da Mantiqueira	8.332

Nesta última categoria entram os Inventários Biológicos Rápidos, método de amostragem que envolve pesquisadores sêniores incumbidos de observar e registrar a ocorrência de espécies numa determinada área. Esse método pode trazer bons resultados a curto prazo, dando uma idéia da riqueza da área e sua importância para a conservação. Para a flora, geralmente são registradas as espécies mais frequentes ou aquelas da especialidade dos pesquisadores, enquanto as mais raras (mais de 50% da flora arbórea de uma região possui apenas um indivíduo por hectare), cujo reconhecimento depende da coleta das amostras férteis e de seu envio a especialistas, raramente são contempladas.

No projeto Inventário Biológico nos vales dos rios Jequitinhonha e Mucuri, nos Estados de Minas Gerais e Bahia, financiado pelo Ministério do Meio Ambiente e coordenado pela Conservação Internacional do Brasil, utilizou-se o método dos Inventários Biológicos Rápidos. Foram coletadas cerca de 1.700 amostras e listada a ocorrência de 1.233 espécies de Espermatófitas, distribuídas em 572 gêneros e 135 famílias. Entre os resultados, vale destacar que foram encontradas cinco gêneros e 25 espécies não citadas para Minas Gerais, além de dez espécies novas para a ciência. Esses resultados demonstram quão pouco investigada ainda é a flora de Minas Gerais.

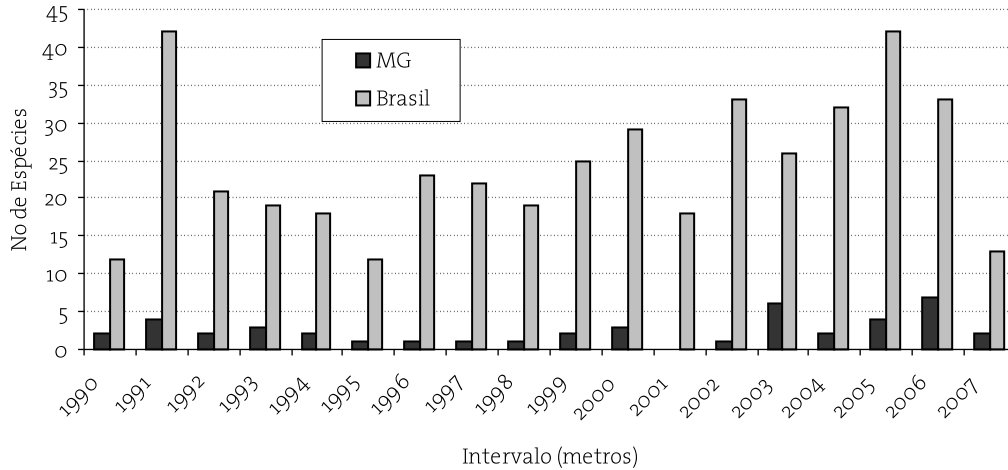
## Recursos humanos

Como indicador dos recursos humanos que trabalham com taxonomia de fanerógamas, tomamos por base a lista de pesquisadores vinculados aos herbários mineiros indicados no Index Herbariorum (<http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp>) e/ou Rede Brasileira de Herbários (<http://www8.ufrgs.br/taxonomia/>). Ainda acrescentamos a ela alguns pesquisadores vinculados a instituições cujos herbários ainda não estão registrados nessas duas bases de dados (Tabela 5). Mesmo não sendo completa, ela nos dá um panorama do número de pesquisadores e instituições atuantes em Taxonomia e áreas correlacionadas (florística e ecologia), bem como das especialidades de cada pesquisador.

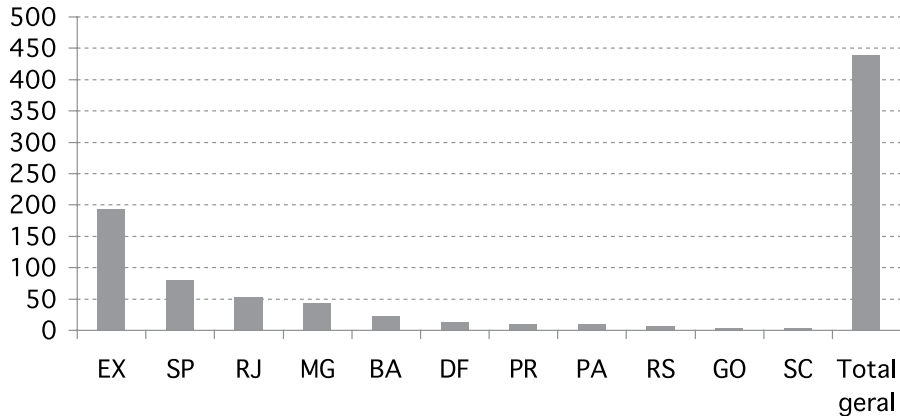
A lista obtida conta com 32 pesquisadores, a maioria sediada em instituições do Centro-Sul do Estado (Metalúrgica, Campos das Vertentes e Sul), estando a maior parte concentrada em Belo Horizonte (30%). Desse total, mais de 80% têm atuação na área da florística, ou seja, em inventários de comunidades. Pouco mais de 50% desse contingente, o que corresponde a 17 pesquisadores, foca seu trabalho em sistemática ou taxonomia, ou seja, na descrição da biodiversidade relacionada a famílias, gêneros e espécies ocorrentes em Minas Gerais. Já em São Paulo, há 48 taxonomistas atuando na área de Fanerógamas (Bicudo & Shepherd, 1998). Das 394 espécies novas descritas para a flora de Minas Gerais nos últimos 16 anos (Sobral & Stelmann, 2009, apenas cerca de 10% foram descritas por pesquisadores hoje sediados em Minas Gerais (Figura 1). Mais da metade foi descrita por estrangeiros, seguidos por pesquisadores de São Paulo e do Rio de Janeiro (Figura 2). A escassez de recursos humanos limita a capacidade instalada para trabalhar com diversidade de Angiospermas no Estado, que, como visto anteriormente, é uma das mais ricas do país. A curto prazo, não há como inventariar a biota vegetal mineira sem a colaboração de taxonomistas de instituições brasileiras e estrangeiras.

A formação de recursos humanos na área de taxonomia vegetal é realizada junto aos programas de pós-graduação (*sensu stricto*). No Brasil há 20 programas na área de Botânica, sendo que apenas dois estão sediados em Minas Gerais, os programas de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal de Viçosa e de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais, o primeiro implantado em 1995 (Mestrado) e 2003 (Doutorado) e o segundo em 2001 (Mestrado/Doutorado). A formação de taxonomistas através da Pós-graduação em Botânica em Minas Gerais, como pode ser vista, é muito recente e precisa ser estimulada, visto ser através dela que se dará a formação de recursos humanos capazes de atacar o desafio do inventário de nossa diversidade.





**Figura 1.** Distribuição das 439 espécies novas descritas para a flora de Minas Gerais (1990-2007) por pesquisadores sediados em Minas Gerais, comparado com o total descrito.



**Figura 2.** Distribuição das 439 espécies novas descritas para a flora de Minas Gerais (1990-2007) pelos locais de atuação do taxonomista. EX=Exterior; SP=São Paulo; RJ= Rio de Janeiro; MG= Minas Gerais; BA= Bahia; DF=Distrito Federal; PA=Pará; RS=Rio Grande do Sul; GO=Goiás; SC=Santa Catarina.

**Tabela 5.** Lista de pesquisadores vinculados aos herbários de Minas Gerais. Fonte: Index Herbariorum ([sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp](http://sciweb.nybg.org/science2/IndexHerbariorum.asp)) e Rede Brasileira de Herbários ([www8.ufrgs.br/taxonomia/](http://www8.ufrgs.br/taxonomia/)). (\*) Instituições não cadastradas no Index Herbariorum.

PESQUISADOR	HERBÁRIO / INSTITUIÇÃO	MUNICÍPIO	ESPECIALIDADE
Albina C. de Oliveira Nogueira	BHZB / Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte	Belo Horizonte	Florística (plantas medicinais)
Alexandre Salino	BHCB / Universidade Federal de Minas Gerais	Belo Horizonte	Florística
Andreia Fonseca Silva	PAMG / Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)	Belo Horizonte	Florística
Ary Teixeira de Oliveira Filho	ESAL / Universidade Federal de Lavras	Lavras	Florística, fitossociologia
Braz Antônio Pereira	Cosenga/HUEMG/ Universidade Estadual de Minas Gerais	Carangola	Fisiologia
Carlos Victor Mendonça Filho	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri *	Diamantina	Florística, Taxonomia (Fabaceae, <i>Machaerium</i> )
Cláudio Coelho de Paula	VIC / Universidade Federal de Viçosa	Viçosa	Taxonomia (Bromeliaceae)
Douglas A. de Carvalho	ESAL / Universidade Federal de Lavras	Lavras	Florística, Fitossociologia
Eduardo Leite Borba	BHCB / Universidade Federal de Minas Gerais	Belo Horizonte	Taxonomia (Orchidaceae, Pleurothallidinae)
Eduardo van den Berg	ESAL / Universidade Federal de Lavras	Lavras	Florística, fitossociologia, dinâmica de populações

continua >

continuação

PESQUISADOR	HERBÁRIO / INSTITUIÇÃO	MUNICÍPIO	ESPECIALIDADE
Fabiane Nepomuceno Costa	DIAM / Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	Diamantina	Florística, fitossociologia, dispersão de sementes, Taxonomia (Eriocaulaceae).
Fábio Vitta	DIAM / Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	Diamantina	Florística (Campos Rupestres), Taxonomia (Cyperaceae)
Fátima Regina Gonçalves Salimena	CESJ / Universidade Federal de Juiz de Fora	Juiz de Fora	Florística, Taxonomia (Verbenaceae)
Flávia C. P. Garcia	VIC / Universidade Federal de Viçosa	Viçosa	Taxonomia (Ingeae, Mimosoideae, Fabaceae)
Glein M. Araujo	HUFU / Universidade Federal de Uberlândia	Uberlândia	Florística, Fitossociologia
Inês Ribeiro Andrade	FZBH / Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte		Florística, fitossociologia
Ivan Schiavini	HUFU / Universidade Federal de Uberlândia	Uberlândia	Florística, fitossociologia
Jimi Naoki Nakajima	HUFU / Universidade Federal de Uberlândia	Uberlândia	Florística, Taxonomia (Asteraceae)
João A. A. M. Neto	VIC / Universidade Federal de Viçosa	Viçosa	Florística, fitossociologia
João Aguiar Nogueira Batista	BHCB / Universidade Federal de Minas Gerais	Belo Horizonte	Taxonomia (Orchidaceae, <i>Habenaria</i> , <i>Cyrtopodium</i> )
João Renato Stehmann	BHCB / Universidade Federal de Minas Gerais	Belo Horizonte	Florística, fitossociologia, Taxonomia (Solanaceae)
Juliana Ordones Rego	BHZB / Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte	Belo Horizonte	Florística
Lúcio de Souza Leoni	GFJP / Universidade do Estado de Minas Gerais	Carangola	Florística, Taxonomia (Orchidaceae)

continua >

continuação

<b>PESQUISADOR</b>	<b>HERBÁRIO / INSTITUIÇÃO</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>ESPECIALIDADE</b>
Luiz Menini Neto	CESJ / Universidade Federal de Juiz de Fora	Juiz de Fora	Taxonomia (Orchidaceae)
Manuel L. Gavilanes	ESAL / Universidade Federal de Lavras	Lavras	Florística, Taxonomia (plantas invasoras)
Marcos Sobral	BHCB / Universidade Federal de Minas Gerais	Belo Horizonte	Florística, Taxonomia (Myrtaceae)
Maria de Fátima Vieira Starling	HPUC-MG / Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*	Belo Horizonte	Florística, Taxonomia (Euphorbiaceae)
Maria Guadalupe C. Fernandes	BHZB / Fundação Zoológica de Belo Horizonte	Belo Horizonte	Florística
Míriam Pimentel	BHZB / Fundação Zoológica de Belo Horizonte	Belo Horizonte	Florística
Priscila Moreira de Andrade	PAMG / Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)	Belo Horizonte	Florística, fitossociologia, dinâmica de populações
Rita M. de Carvalho-Okano	VIC / Universidade Federal de Viçosa	Viçosa	Taxonomia (Calopogonium, Fabaceae; <i>Maytenus</i> , Celastraceae)
Rosana Romero	HUFU / Universidade Federal de Uberlândia	Uberlândia	Florística, Taxonomia (Melastomataceae, <i>Microlicia</i> )
Santos D'Angelo-Neto	HUMC / Universidade Estadual de Montes Claros*	Montes Claros	Florística
Sylvia T. Meyer	HXBH / Fundação CETEC	Belo Horizonte	Florística (plantas invasoras, plantas aquáticas), Fitossociologia,
Valéria E. G. Rodrigues	ESAL / Universidade Federal de Lavras	Lavras	Florística
Valéria L. O. Freitas	HXBH / Fundação CETEC	Belo Horizonte	Florística, Fitossociologia, Taxonomia (Malpighiaceae)
Yule Roberta Ferreira Nunes	HUMC / Universidade Estadual de Montes Claros*	Montes Claros	Florística, Fitossociologia

## Desafios

Minas Gerais é um dos Estados brasileiros mais ricos em fanerógamas. Para se conhecer, utilizar e conservar esse patrimônio, serão necessários investimentos substanciais: 1) em inventários florísticos, de modo a ter boa representatividade de amostras procedentes de diferentes regiões nas coleções taxonômicas; 2) na infraestrutura dos herbários; 3) na formação de uma base de dados, integrando informações dos acervos e fontes bibliográficas; 4) na formação e fixação de recursos humanos na área de sistemática e taxonomia para atuar nas instituições de pesquisa, ensino e gestão ambiental do Estado.

Entre os principais desafios, destacamos a produção da listagem taxonômica (*checklist*) para se ter noção da grandeza dessa riqueza e para que se possa planejar a subsequente caracterização da flora, através da descrição, mapeamento, ilustração e confecção de chaves que permitam o reconhecimento dos táxons. É fundamental, também, a difusão do conhecimento sobre a biodiversidade fanerogâmica mineira, que pode ser realizada através de meios tradicionais, impressos, e na forma eletrônica. O conhecimento da diversidade fanerogâmica (e da biota como um todo) será a base que permitirá o uso sustentável e a conservação do patrimônio biológico encontrado em Minas Gerais.

## Referências Bibliográficas

- Almeida, S.P., C.E.B. Proença, S.M. Sano & J.F. Ribeiro. 1998. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina, EMBRAPA-CPAC.
- Bicudo, C.E.M. & G.J. Shepherd. (org.). 1998. *Biodiversidade do Estado de São Paulo - Síntese do conhecimento ao final do século XX*. vol. 2. Fungos Macroscópicos e Plantas. São Paulo: FAPESP.
- Brandão, M. & M.L. Gavilanes. 1992. Espécies arbóreas padronizadas do cerrado mineiro e sua distribuição geográfica. *Informe Agropecuário* 173:5-11.
- Brandão, M. 2000. Caatinga, p.75-85. In: M.P. Mendonça & L.V. Lins. *Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas/ Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte.
- Campbell, D.G. 1989. The importance of floristic inventory in the tropics, p.5-30. In: D.G. Campbell & D. Hammond (ed.). *Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future*. New York, New York Botanical Garden. 545p.
- Daly, D.C. & G.T. Prance. 1989. Brazilian Amazon, p.401-426. In: D.G. Campbell & D. Hammond (ed.). *Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future*. New York, New York Botanical Garden. 545p.
- Drummond, G.M., C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini (org.). 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. 2ª ed. Belo Horizonte, Brasil: Fundação Biodiversitas. 222p.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.

- Gonçalves, M. & J.A. Lombardi. 2004. Adições ao conhecimento da composição florística de dois remanescentes de Mata Atlântica do sudeste de Minas Gerais, Brasil. *Lundiana* 5:3-8.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2007. IBGE cidades@7. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: abr. de 2009.
- Judd, W.S., C.S. Campbell, E.A. Kellogg, P.F. Stevens & M.J. Donoghue. 2007. *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Sunderland, Sinauer Associates.
- Kramer, K.U. & P.S. Green. 1990. Pteridophytes and Gymnosperms, p.1-404. In: K. Kubitzki (ed.). *The Families and Genera of Vascular Plants*. Springer-Verlag, Berlin.
- Lombardi, J.A. & M. Gonçalves. 2000. Composição florística de dois remanescentes de Mata Atlântica do sudeste de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 255-282.
- Machado, R.B., M.B. Ramos Neto, P.G.P. Pereira, E.F. Caldas, D.A. Gonçalves, N.S. Santos, K. Tabor & M. Steining. 2004. *Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro*. Relatório técnico não publicado. Conservação Internacional: Brasília, DF.
- Menezes, N.L. & R. Mello-Silva. Two new Brazilian Velloziaceae, *Vellozia auriculata* and *Vellozia gigantea*, and a key to the related Dracenoid species of *Vellozia* 1999. *Novon* 9(4):539-541
- Nakajima, J.N. & J. Semir. 2001. Asteraceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 24:471-478.
- Oliveira Filho, A.T. & M.A.L. Fontes. 2000. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of Climate. *Biotropica* 32:793-810.
- Oliveira Filho, A.T., E. Tameirão Neto, W.A.C. Carvalho, M.S. Werneck, A.E. Brina, C.V. Vidal, S.C. Rezende & J.A.A. Pereira. 2005. Análise florística do compartimento arbóreo de áreas de Floresta Atlântica sensu lato na região das bacias do leste (Bahia, Minas Gerais, Espírito santo e Rio de Janeiro). *Rodriguesia* 56:185-235.
- Pirani, J.R., R. Mello-Silva & A.M. Giuliotti, A. M. 2003. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 21:1-24.
- Ratter, J.A. & T.C.D. Dargie. 1992. An analysis of the floristic composition of 26 cerrado areas in Brazil. *Edinb. J. Bot.* 9:235-250.
- Ratter, J.A., S. Bridgewater & J.F. Ribeiro. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinb. J. Bot.* 60:57-109.
- Ratter, J.A., J.F. Ribeiro & S. Bridgewater. 1997. The Brazilian Cerrado Vegetation and Threats to its Biodiversity. *Annals of Botany* 80:223-230.
- Romero, R. & J.N. Nakajima. 1999. Espécies endêmicas do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica* 22:259-265.
- Shepherd, G.J. 2003. *Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil: plantas terrestres - versão preliminar*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 59p.
- Shepherd, G.J. 2006. Plantas terrestres, p.147-92. In: T. Lewinsohn (ed.). *Avaliação do Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira*. Vol. II. MMA, Brasília.
- Sobral, M. & J.R. Stehmann. 2009. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990-2006). *Taxon* 58:227-232.
- Thorne, R.F. 1992. The classification and geography of flowering plants. *Botanical Review* 58:225-348.
- Thorne, R.F. 2001. The classification and geography of flowering plants: dicotyledons of the class Angiospermae. *Botanical Review* 66:441-647.
- Versieux, L.M. 2007. Bromeliaceae diversity and conservation in Minas Gerais state, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 16:2989-3009.

# Análise do Banco de Dados

da área temática  
“Diversidade Botânica”

## Perfil dos Pesquisadores Cadastrados

Um total de 50 pesquisadores da área temática “Diversidade Botânica” se cadastraram no Banco de Dados do projeto de estruturação do Biota Minas. Destes, cerca de 78% reportaram desenvolver pesquisa em 38 áreas/subáreas do conhecimento (Quadro 1), segundo a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com destaque para as linhas de Taxonomia de Fanerógamos (17), Ecologia de Ecossistemas (12), Ecofisiologia Vegetal e Fitogeografia, ambas com oito indicações.

**Quadro 1.** Resultado da pesquisa sobre as principais linhas de pesquisa desenvolvidas pelos pesquisadores da área “Diversidade Botânica”.

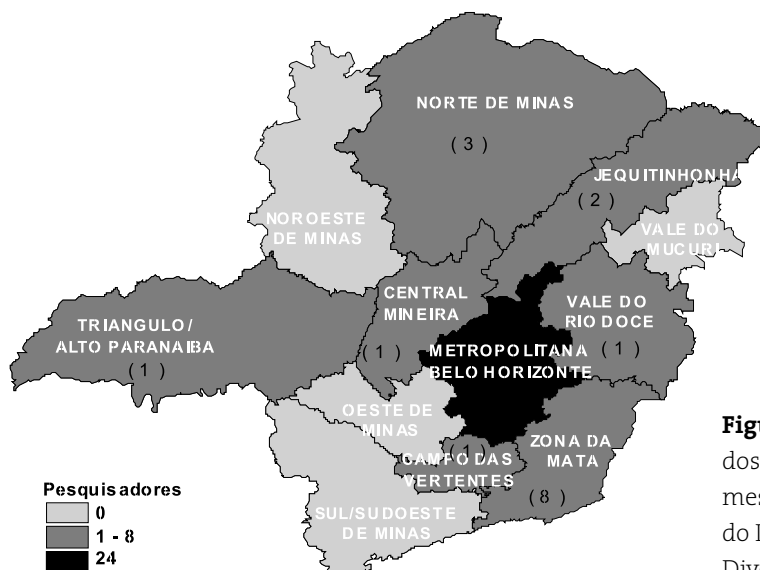
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Taxonomia de Fanerógamos	17
Ecologia de Ecossistemas	12
Ecofisiologia Vegetal; Fitogeografia	8
Botânica	6
Ciências Biológicas; Anatomia Vegetal; Botânica Aplicada	5
Ecologia; Morfologia Externa; Reprodução Vegetal	4
Genética Vegetal; Fisiologia Vegetal; Taxonomia de Criptógamos; Ecologia Aplicada	3
Farmacognosia; Nutrição e Crescimento Vegetal; Genética Molecular e de Micro-organismos; Química dos Produtos Naturais	2

continua >

continuação

PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Ciências Agrárias; Conservação da Natureza; Conservação de Áreas Silvestres; Conservação de Bacias Hidrográficas; Ciências da Saúde; Ecologia Teórica; Educação; Educação Ambiental; Anatomia Aplicada a Taxonomia; Fisiologia de Plantas Cultivadas; Taxonomia Vegetal; Geografia Ambiental; Manejo e Tratos Culturais; Palinologia; Protozoologia Parasitária Humana; Recuperação de Áreas Degradadas; Sementes Florestais; Etnofarmacologia	1

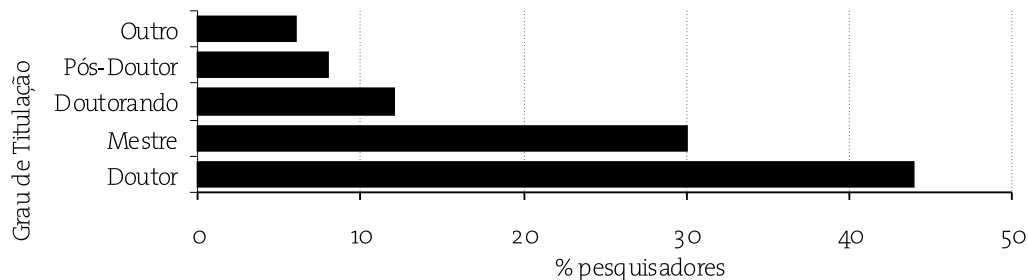
No que diz respeito à distribuição locacional dos pesquisadores no Estado de Minas Gerais (Figura 1), considerando as mesorregiões de planejamento do IBGE, a grande maioria dos pesquisadores que responderam à consulta possui vínculo com instituições localizadas na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (24 pesquisadores). Com menor número de pesquisadores, seguem as mesorregiões Zona da Mata (8), Norte de Minas (3), Jequitinhonha (2), Vale do Rio Doce, Central Mineira, Campo das Vertentes e Triângulo/Alto Paranaíba, com uma indicação. Para o restante das mesorregiões, não houve pesquisadores cadastrados.



**Figura 1.** Distribuição locacional dos pesquisadores segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE, para a área temática Diversidade Botânica (N=41).



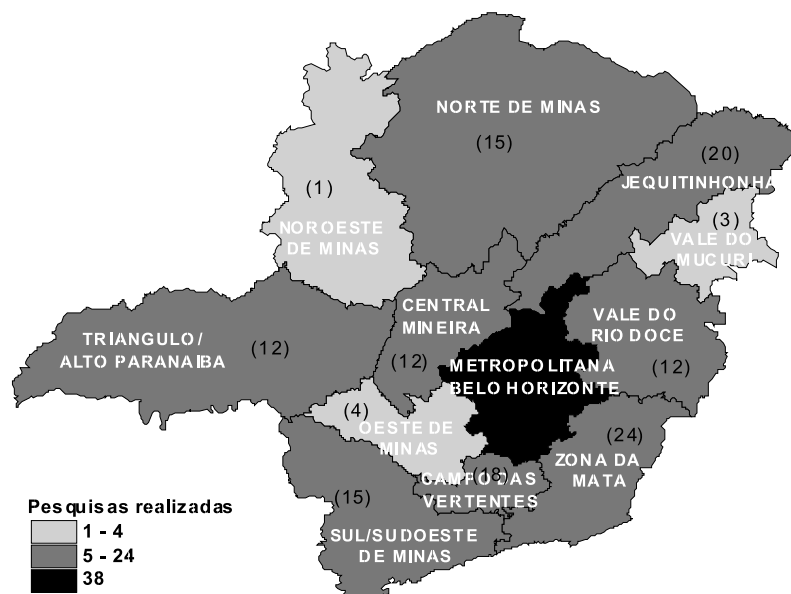
Quanto à titulação dos pesquisadores que se cadastraram na consulta (Figura 2), 44% apresentaram grau de Doutor, seguidos de Mestre (30%) e Doutorando (12%). Os doutorandos representaram 12%, e 6% do total de pesquisadores cadastrados indicaram a opção “outro” para os certificados de formação obtidos.



**Figura 2.** Grau de titulação dos pesquisadores cadastrados para a área temática Diversidade Botânica (N=50).

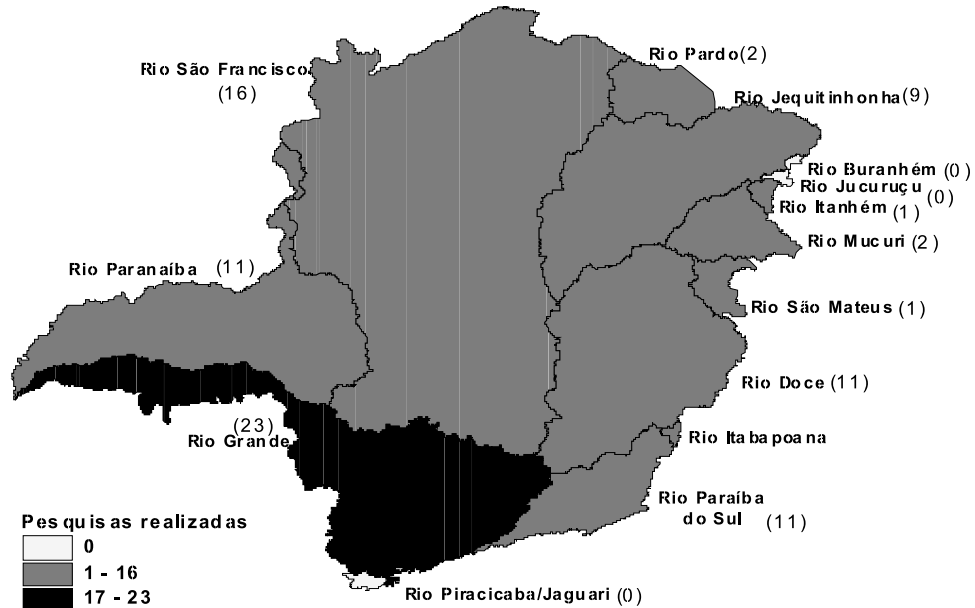
## Pesquisas desenvolvidas e lacunas existentes

Ao todo, foram cadastradas 161 pesquisas desenvolvidas no Estado de Minas Gerais envolvendo o tema Diversidade Botânica (Figura 3). Destas, 38 pesquisas relacionam-se à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte. Do restante, destacam-se ainda as mesorregiões Zona da Mata (24), Jequitinhonha (20), Campo das Vertentes (18), Sul/Sudoeste de Minas (15), Norte de Minas (15), Vale do Rio Doce, Central Mineira e Triângulo/Alto Paranaíba, com 12 indicações. Relacionando-se a distribuição das pesquisas às bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Figura 4), a maior parte das pesquisas apontou sua realização nas bacias dos rios Grande (23), São Francisco (16), rios Paranaíba e Paraíba do Sul, com 11 registros cada.

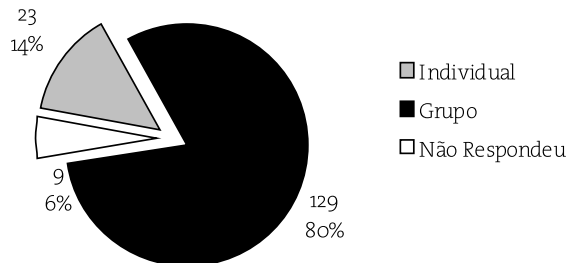


**Figura 3.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por mesorregião do IBGE, para a área temática Diversidade Botânica (N=174).

Quanto ao grau de participação nas pesquisas, se individual ou em grupo, a maioria das respostas foi para pesquisas realizadas em grupo (80%), enquanto que apenas 14% do total foram desenvolvidas individualmente (Figura 5).

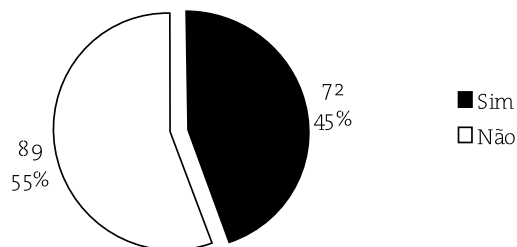


**Figura 4.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por bacia hidrográfica do Estado de Minas Gerais, para a área temática Diversidade Botânica (N = 90).

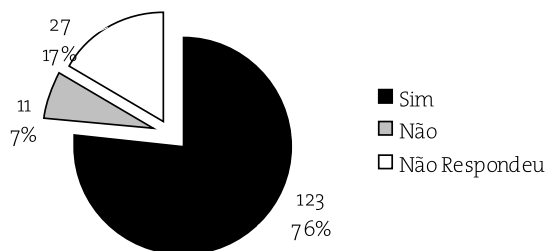


**Figura 5.** Grau de participação das pesquisas (número e porcentagem), da área temática Diversidade Botânica (N = 161).

Sobre o desenvolvimento das pesquisas nas Unidades de Conservação do Estado, somente 45% das pesquisas foram realizadas em Unidades de Conservação (Figura 6) e, em 76% das mesmas, o material testemunho foi depositado em coleções (Figura 7), sendo que mais de 85% (todo ou parte do material) encontram-se depositados em Minas Gerais.

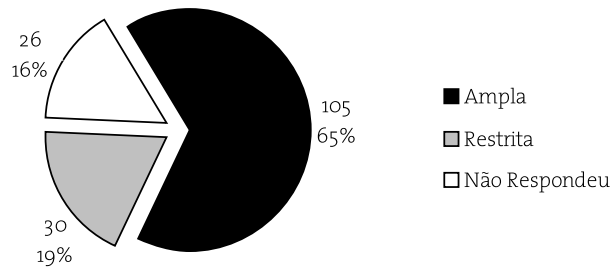


**Figura 6.** Número e porcentagem de pesquisas realizadas em Unidades de Conservação (número e porcentagem), da área temática Diversidade Botânica (N = 161).

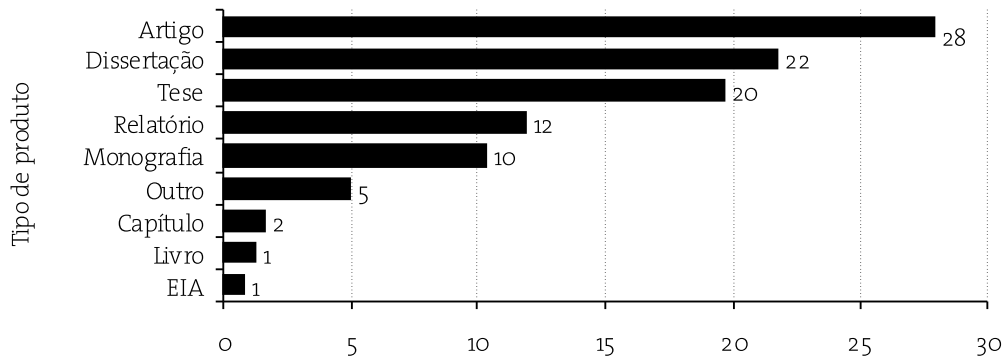


**Figura 7.** Número e porcentagem de pesquisas da área temática Diversidade Botânica, com material biológico depositado em coleções (N = 161).

Com relação à acessibilidade aos resultados das pesquisas, 65% das pesquisas se enquadraram na categoria de amplo acesso e apenas 19% têm acesso restrito (Figura 8). A maioria dos produtos gerados pelas pesquisas (Figura 9) foi no formato de Artigo Científico (28%), Dissertação (22%) e Tese (20%).

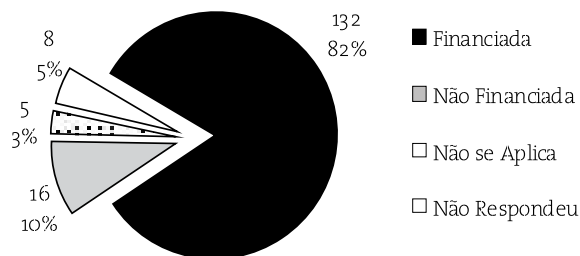


**Figura 8.** Nível de acessibilidade aos resultados das pesquisas da área temática Diversidade Botânica (N = 161).



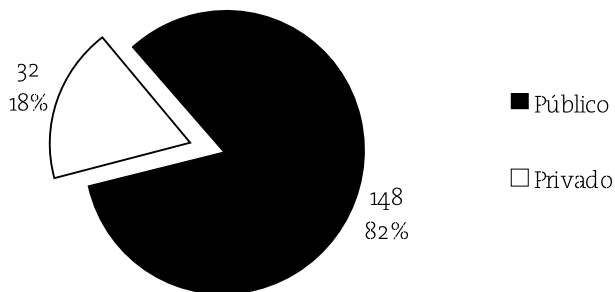
**Figura 9.** Modalidades de produtos resultantes das pesquisas da área temática Diversidade Botânica (N = 223).

Sobre o item “Financiamento” (Figura 10), a maior parte das pesquisas cadastradas (82%) teve aporte de financiamento, enquanto que apenas 16% não tiveram apoio financeiro.



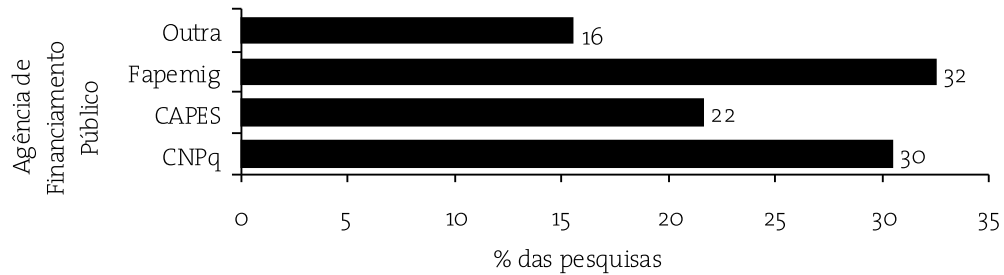
**Figura 10.** Número e Percentagem de pesquisas com ou sem aporte de financiamento, para a área temática Diversidade Botânica (N = 161).

Das pesquisas financiadas (Figura 11), cerca de 82% do financiamento foram oriundos de instituições públicas, enquanto que 18% das pesquisas foram financiadas por fontes privadas.



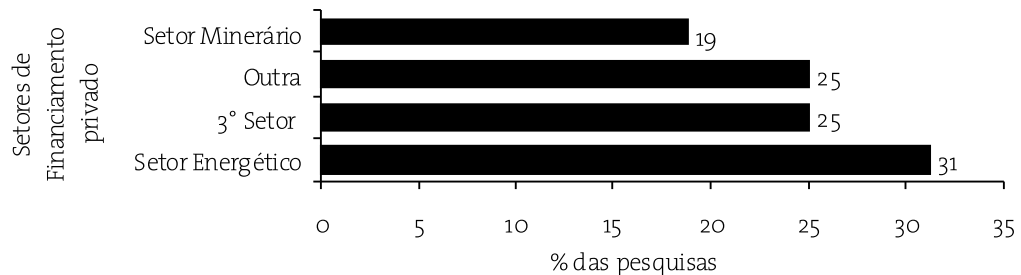
**Figura 11.** Número e Percentagem das pesquisas financiadas, segundo a origem do financiamento, para a área temática Diversidade Botânica (N = 180).

Dos financiamentos públicos, 52% foram de instituições públicas em âmbito nacional, CNPq (30%) e CAPES (22%), enquanto que 32% das pesquisas foram financiadas pela FAPEMIG, da esfera estadual. A opção “outra” foi assinalada para 16% das pesquisas com aporte de financiamento do setor público (Figura 12).



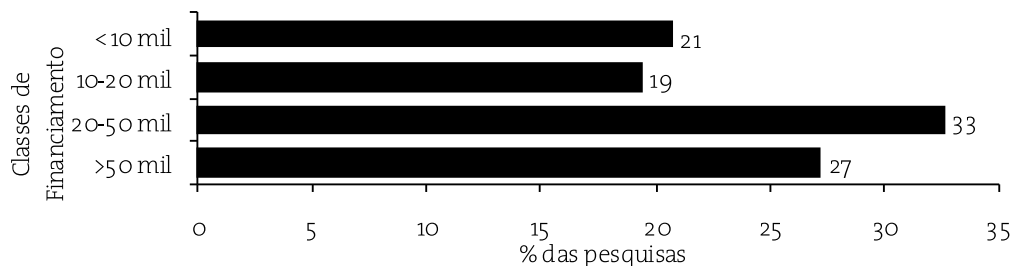
**Figura 12.** Percentagem de pesquisas financiadas por instituições públicas, para a área temática Diversidade Botânica (N = 148).

Em relação aos financiamentos aportados por setores privados da economia (Figura 13), o setor Energético financiou 31% das pesquisas indicadas, o Terceiro Setor, 25%, e o setor minerário, 19%. A opção “outra”, que significa que o financiamento foi de origem distinta dentre os setores listados no questionário, foi para 25% das pesquisas.



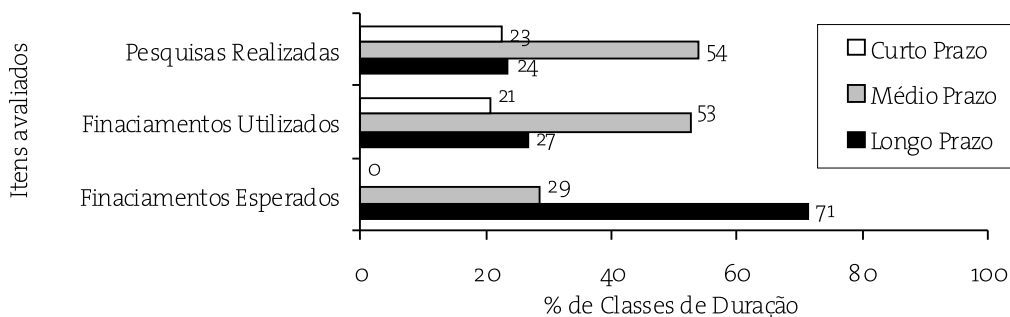
**Figura 13.** Percentagem de pesquisas financiadas pelo setor privado, para a área temática Diversidade Botânica (N = 32).

No que diz respeito aos valores dos financiamentos recebidos, dentre os projetos que reportaram a informação, 33% receberam financiamento na classe de 20 a 50 mil reais, 27% indicaram valores acima de 50 mil reais, 21% tiveram financiamentos menores ou iguais a 10 mil reais e 19% obtiveram recursos na classe de 10 a 20 mil reais (Figura 14).



**Figura 14.** Percentagem de pesquisas com aporte de financiamento, segundo classes de valores, para a área temática Diversidade Botânica (N = 161).

Considerando a informação sobre a duração das pesquisas realizadas, 23% foram realizadas em curto prazo, 54% em médio prazo e 24% em longo prazo (Figura 15). Quanto às pesquisas com financiamentos reportados, 53% foram de médio prazo, seguidas das de longo prazo (27%) e de curto prazo (21%). Por outro lado, com relação à duração dos financiamentos esperados no futuro, 71% das respostas foram para a classe de longo prazo e 29% para médio prazo.

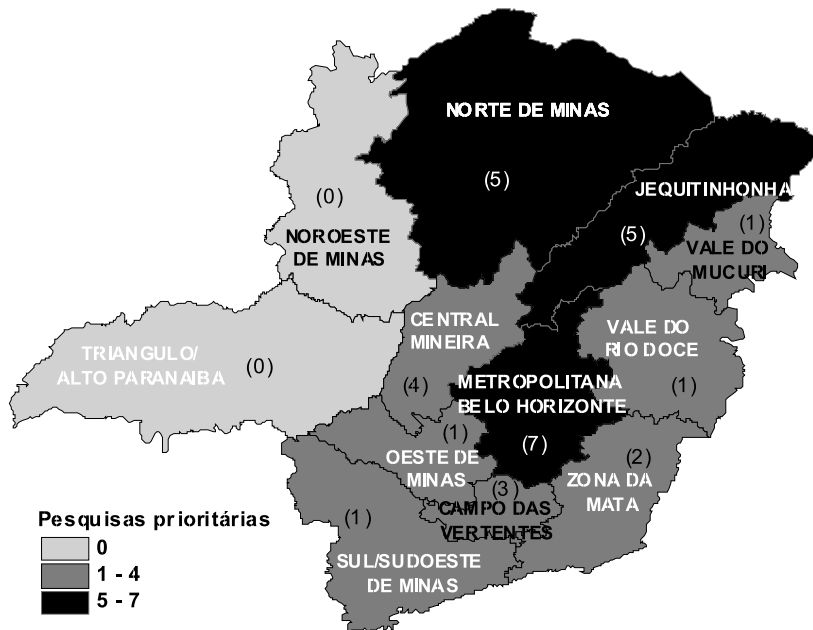


**Figura 15.** Percentagem do tempo de duração de pesquisas realizadas (N = 119), financiamentos utilizados (N = 164) e financiamentos esperados (N = 35), da área temática Diversidade Botânica. Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos e Longo Prazo = acima de 3 anos.



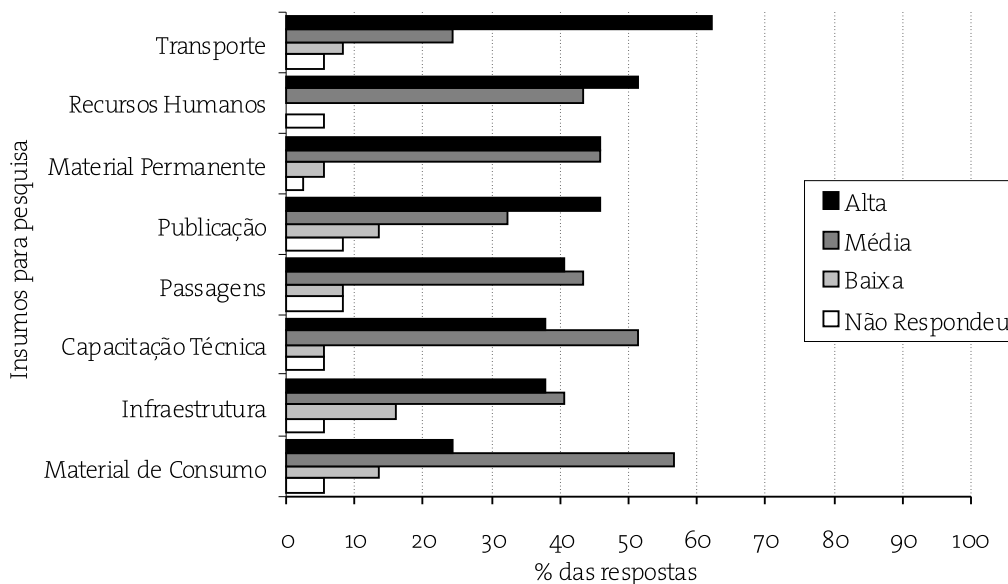
## Pesquisas e recursos prioritários

Os pesquisadores cadastrados no Banco de Dados indicaram um total de 18 pesquisas prioritárias para o Estado, distribuídas segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (Figura 16). A mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte recebeu sete indicações, seguida das mesorregiões do Norte de Minas e Jequitinhonha, com cinco indicações. As mesorregiões Noroeste de Minas e Triângulo/Alto Paranaíba não receberam indicações.



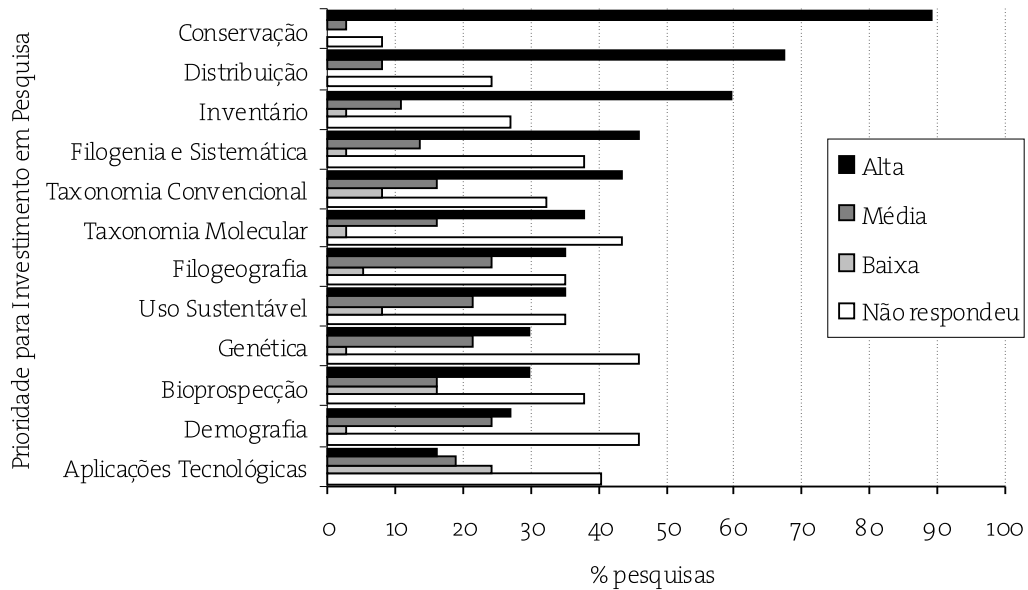
**Figura 16.** Distribuição geográfica das pesquisas prioritárias em Minas Gerais segundo mesorregiões do IBGE, para a área temática Diversidade Botânica (N=30).

Sobre o grau de prioridade atual dos financiamentos em relação aos insumos necessários à execução das pesquisas prioritárias para a área temática (Figura 17), os itens Transporte (62%), Recursos Humanos (51%), Material Permanente e Publicação, com 46%, foram os mais indicados como de alta prioridade. Como média prioridade, destaque para os itens Material de Consumo (56%) e Capacitação Técnica (51%).



**Figura 17.** Grau de prioridade atual dos financiamentos relativos aos insumos necessários à execução de pesquisas da área temática Diversidade Botânica (N = 37).

Dentre as pesquisas indicadas como prioritárias (Figura 18), destacaram-se como de **alta prioridade** para financiamento aquelas nas linhas de Conservação (89%), Distribuição (68%) e Inventário, com 59%.



**Figura 18.** Grau de prioridade de investimentos de recursos, segundo linhas de pesquisa da área temática Diversidade Botânica (N = 37).



# Diversidade Genética

Fabrcio R. Santos<sup>1</sup>  
Daniela R. Lacerda<sup>1</sup>  
Rodrigo A. F. Redondo<sup>1</sup>  
Andrcia M. A. Nascimento<sup>1</sup>  
Edmar Chartone-Souza<sup>1</sup>  
Eduardo L. Borba<sup>1</sup>  
Renata A. Ribeiro<sup>1</sup>  
Maria Bernadete Lovato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

## Introdução

A biodiversidade é produto da evolução biológica cuja variedade de formas é resultado do acúmulo de variações hereditárias, inicialmente polimórficas dentro de espécies que, posteriormente, se fixam em unidades taxonômicas, como as espécies. Assim, todas as formas de vida do planeta são caracterizadas por variações genéticas que podem ser estudadas para fins de inventário biológico e conservação, por exemplo. A diversidade genética se refere a toda variação biológica hereditária acumulada durante o processo evolutivo, gerada, fundamentalmente, por mutação na sequência nucleotídica durante a replicação do DNA. Quando esta variação ocorre entre indivíduos da mesma espécie, chamamos de polimorfismos ou diversidade intraespecífica. Quando esta variação ocorre entre espécies, sendo fixada dentro de cada táxon, dizemos que se deu uma substituição de caráter, que pode ser nucleotídica (DNA) ou aminoacídica (proteína). As variações genéticas intraespecíficas são investigadas quando buscamos compreender as relações entre indivíduos e populações de cada espécie. Portanto, quando nosso interesse é saber qual o parentesco entre indivíduos, se existe ou não fluxo gênico entre populações ou qual o status de conservação de uma espécie em particular, estudamos a variação genética intraespecífica. Por outro lado, a diversidade genética entre espécies é avaliada quando queremos compreender as relações filogenéticas nos vários níveis taxonômicos (espécies, gêneros, famílias, ordens etc.) ou caracterizar espécies por meio da identificação de marcadores conservados que permitam sua diferenciação.

A variação genética expressada é chamada de fenotípica e pode ser identificada, geralmente, por diferenças em moléculas de proteína, características fisiológicas e bioquímicas diversas e também por variações cromossômicas, comportamentais e morfológicas. A variação genotípica se refere primariamente à informação contida no genoma de cada indivíduo, que é herdada pela prole a partir de seus genitores, e que pode expressar ou não alguma variação fenotípica. Por outro lado, quase toda variação fenotípica é o reflexo de alguma variação genotípica, com exceção de casos em que características são influenciadas pelo ambiente. Portanto, quase todos os estudos feitos com diversidade morfológica são também genéticos, já que se assume que os caracteres são expressos a partir dos variantes genotípicos.

A compreensão da diversidade genética nos níveis intra e interespecíficos, dos pontos de vista genotípico e fenotípico, é imprescindível para o conhecimento e o monitoramento da biodiversidade.

A variabilidade genética intraespecífica é fundamental para a persistência das espécies na natureza, portanto o diagnóstico do quanto existe de variação genética e de como ela é distribuída geograficamente em cada espécie é necessário para caracterização de seu status de conservação. No nível interespecífico, o estudo da variação entre espécies permite análises taxonômicas e filogenéticas.

Atualmente, a Genética é considerada como peça fundamental dentro da nova disciplina da Biologia da Conservação, sendo um dos pontos temáticos de grande importância na CDB (Convenção de Diversidade Biológica). Estamos chegando a um momento de fusão dos conhecimentos gerados pelos primeiros naturalistas, pelos pesquisadores em conservação da biodiversidade do século XX, com os dados obtidos diretamente a partir da informação hereditária, que começaram a ser efetivamente produzidos há menos de duas décadas, através da biologia molecular.

### **Histórico dos Estudos de Diversidade Genética em Minas Gerais e no Brasil**

Um levantamento sobre estudos de diversidade genética no Brasil foi feito recentemente (Klaczko & Vieira, 2006). Os primeiros estudos com diversidade genética em espécies de Minas Gerais datam da década de 1950, feitos pelo Professor Giorgio Schreiber, da UFMG, que estudava variações de morfologia cromossômica através de ferramentas da Citogenética (citofotometria). Estes primeiros estudos citogenéticos visavam a descrição dos cariótipos de algumas espécies nativas do Brasil, muitas de interesse em medicina. Os dados da citogenética podem trazer uma série de evidências relevantes para conservação, tal como identificação de zonas híbridas, discriminação de espécies crípticas, identificação do sexo dos indivíduos etc. Atualmente, há uma fusão de experimentos de citogenética com a área molecular que permite, por exemplo, identificar regiões cromossômicas específicas relacionadas a problemas reprodutivos nas espécies em perigo de extinção.

O uso de moléculas em biologia da conservação se deu a partir da descoberta de uma grande quantidade de variações em proteínas, geralmente enzimas, que poderiam ser facilmente identificadas e discriminadas em análise de géis submetidos à eletroforese. Estas proteínas variáveis, as alozimas, têm sido utilizadas em inúmeros estudos com espécies da fauna e da flora. O uso do DNA em estudos da diversidade e da conservação é bem recente, principalmente no

Brasil. Um marco importante foi o II Encontro Internacional em Impressão Digital de DNA, ocorrido no ano de 1992, em Belo Horizonte, MG. Nesse evento, vários pesquisadores, muitos deles recém-ingressados na genética da conservação (disciplina da Biologia da Conservação que se utiliza de dados genéticos), apresentaram os primeiros estudos com DNA da fauna nativa brasileira.

## 1.2. Principais Grupos de Pesquisa em Diversidade Genética e Biodiversidade em Minas Gerais

Entre os Grupos de Pesquisa do CNPq, mais de 100 trabalham com genética e biodiversidade ou genética e conservação. Abaixo (Quadro 1) apresentamos uma listagem com alguns desses grupos de pesquisa que estão vinculados a instituições mineiras e que atuam nas mais diversas áreas envolvendo zoologia, botânica, ecologia, biologia geral, microbiologia, genética e biologia molecular. Grupos de pesquisa que utilizam genética como ferramenta rotineira de análise estão marcados com um asterisco (\*).

**Quadro 1.** Grupos de Pesquisa em Genética e Conservação que atuam em Minas Gerais.

INSTITUIÇÃO	GRUPO DE PESQUISA (CNPQ)	MEMBROS DO GRUPO
PUC Minas	Conservação, ecologia e comportamento animal	Robert John Young
UEMG	Estudos de Ecologia	Odila Rigolin de Sá
UEMG	Grupo de Estudos da Biodiversidade e Conservação da Zona da Mata Mineira	Braz Antonio Pereira Cosenza e Fabiano Rodrigues de Melo
UFJF	Genética, Biotecnologia e Biodiversidade Vegetal*	Lyderson Facio Viccini e Marcelo de Oliveira Santos
UFLA	Ecologia de ecossistemas fragmentados	Douglas Antonio de Carvalho e Ary Teixeira de Oliveira Filho
UFLA	Microbiologia e Bioquímica do Solo	José Oswaldo Siqueira
UFMG	Citogenética Evolutiva*	Marta Svartman
UFMG	Genética de populações e genética evolutiva*	Maria Bernadete Lovato e Cleusa Graça da Fonseca
UFMG	Laboratório de Biodiversidade e Evolução Molecular*	Fabício Rodrigues dos Santos, Rodrigo A.F. Redondo e Daniela R. Lacerda

continua >



continuação

<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>GRUPO DE PESQUISA (CNPQ)</b>	<b>MEMBROS DO GRUPO</b>
UFMG	Genética Molecular e de Micro-organismos*	Edmar Chartone de Souza, Andréa M. Amaral Nascimento, Adlane Vilas Boas Ferreira e Mônica Bucciarelli Rodriguez
UFMG	GEPLAMT - Grupo de Estudos e Pesquisas de Plantas Aromáticas, Medicinais e Tóxicas	Maria das Graças Lins Brandão e Roberto Luís de Melo Monte-Mór
UFMG	Sistemática de Plantas Vasculares*	João Renato Stehmann, João Aguiar N. Batista e Eduardo Leite Borba
UFMG	Ecologia de Interações animal-plantas	Claudia Maria Jacobi
UFMG	Ecologia, demografia e genética de populações de anelídeos*	Maria Raquel Santos Carvalho e Rogerio Parentoni Martins
UFMG	Ecologia Evolutiva e Biodiversidade	Geraldo Wilson Afonso Fernandes
UFMG	Transposição de Peixes	Alexandre Lima Godinho e Carlos Barreira Martinez
UFMG	Malacologia e sistemática molecular*	Teofania Heloisa Dutra Amorim Vidigal
UFMG	Biologia da Conservação, Mastozoologia e Manejo de Fauna	Gustavo Alberto Bouchardet da Fonseca
UFMG	Biodiversidade e biotecnologia de leveduras*	Carlos Augusto Rosa e Ary Correa Junior
UFMG	Transposição de Peixes	Alexandre Godinho
UFMG	Sistemática e biodiversidade de aranhas	Adalberto José dos Santos
UFOP	Ecologia e evolução de adaptações anatômicas em plantas neotropicais	Hildeberto Caldas de Sousa e Sérvio Pontes Ribeiro
UFSJ	Avaliação da variabilidade genética e conservação da biodiversidade*	Aparecida Célia P. dos Santos e Warwick Estevam Kerr
UFU	Ecologia Evolutiva	Cecilia Lomônaco de Paula
UFU	Fisiologia dos Sistemas Orgânicos	Frederico Rogério Ferreira e Vanessa Beatriz Monteiro Galassi Spini
UFV	Biologia, Genética, Patologia e Ecologia de Abelhas, Vespas e Formigas*	Lúcio Antonio de O. Campos e Sílvia das Graças Pompolo

continua >

continuação

<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>GRUPO DE PESQUISA (CNPQ)</b>	<b>MEMBROS DO GRUPO</b>
UFV	Vegetação de ecossistemas naturais: ecologia, taxonomia, anatomia e avaliação de impactos ambientais	Milene Faria Vieira e Wagner Campos Otoni
UFV	Filogeografia molecular e bioprospecção*	Luiz Orlando de Oliveira
UFV	Biologia e Produção Aquática	Ana Lúcia Salaro e Jener Alexandre Sampaio Zuanon
UFV	Biodiversidade de Vertebrados*	Jorge A. Dergam dos Santos e Renato Alves Feio
UFV	Estudo da Fragmentação de Habitats Através da Inferência da Variabilidade Genética de Populações Naturais*	Karla Suerny Clemente Yotoko
UFV	Biologia de Populações de Fitopatógenos: Epidemiologia Molecular e Genética Evolutiva*	Eduardo Seiti Gornide Mizubuti
UFV	Biologia e Produção Aquática	Ana Lúcia Salaro
FIOCRUZ	Taxonomia de flebotomíneos/Epidemiologia, diagnóstico e controle das leishmanioses	Edelberto Santos Dias e Celia Maria Ferreira Gontijo
UNIFAL/MG	Limnologia	Maria José dos Santos Wisniewski
UNIFAL/MG	Biologia celular e molecular de micro-organismos*	Marília Caixeta Franco
UNIMONTES	Conservação, bioprospecção e uso sustentável de recursos naturais do Cerrado e Caatinga*	Dario Alves de Oliveira e Marcilio Fagundes

Esta listagem foi produzida a partir de buscas por palavras-chave (genética, DNA, conservação, biodiversidade) no Diretório CNPq/Lattes entre os grupos de pesquisa de Minas Gerais. Vários outros pesquisadores e grupos de pesquisa de outros Estados não foram listados, mas também geram dados sobre diversidade genética referentes à biodiversidade nativa de Minas Gerais. Alguns deles se encontram na bibliografia de referência (ver final).

### **Coleções Biológicas com Depósito de Material Genético de Minas Gerais**

Há inúmeras coleções em Minas Gerais e no Brasil, especializadas em diferentes grupos taxonômicos representantes da biodiversidade de nosso Estado (ver Capítulo Coleções Biológicas). Neste capítulo

faremos referência apenas às coleções de tecidos ou DNA de Metazoários e Plantas para estudos genéticos (coleções de outros grupos taxonômicos serão tratados em detalhe nos capítulos específicos). Muitas das amostras depositadas nestas coleções possuem informações que podem ser utilizadas em estudos diversos, e foram coletadas principalmente a partir de inventários biológicos e estudos populacionais (Santos *et al.*, 2002, 2004; Santos, 2004). A maior parte do material coletado, seja sangue, fragmentos de pele, folhas e outros, desde que armazenado adequadamente, seco, refrigerado ou em álcool (animais), pode ser utilizado para estudos genéticos, embora com algumas limitações. Por outro lado, material biológico preservado com formol ou material vegetal secado em álcool não é passível de análise do DNA, pois este se degrada sob estas condições.

Desde 2002, o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), vinculado ao Departamento de Patrimônio Genético (DPG) do MMA, tem credenciado coleções como fiéis depositárias de material biológico para estudos genéticos. A primeira coleção de Minas Gerais credenciada exclusivamente para este fim foi o Banco de DNA do Laboratório de Biodiversidade e Evolução Molecular (BD-LBEM) do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), cujo curador é o Prof. Fabrício R. Santos (ver detalhes adiante). Outra coleção credenciada atualmente é a do Herbário do Departamento de Botânica da UFMG, que armazena e disponibiliza material biológico vegetal para estudos genéticos diversos, incluindo um projeto de bioprospecção associado à FIOCRUZ e financiado pela FAPEMIG. Em Minas Gerais, outras coleções credenciadas incluem a do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e os Herbários da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e da Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte. Outras coleções de Minas Gerais ainda não credenciadas também podem ser igualmente utilizadas para estudos genéticos diversos, desde que possuam material disponível e armazenado de forma adequada.

No Brasil, várias outras coleções credenciadas pelo CGEN possuem espécimes referentes à biodiversidade de Minas Gerais: coleções do Museu de Zoologia e dos Herbários do Departamento de Botânica e da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ, da Universidade de São Paulo (USP); coleções do Instituto de Biologia, do Museu Nacional, do Herbário e do Jardim Botânico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Departamento de Zoologia e Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília (UnB); Herbário da Universidade Estadual de

Feira de Santana (UEFS); coleção de Aves Aquáticas Brasileiras e coleção do Departamento de Genética e Evolução da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar); coleção de Tecidos e Banco de Células de Anfíbios, do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Banco de DNA de Animais Selvagens da Universidade Federal Fluminense (UFF); Herbário do Instituto Florestal de São Paulo (IFSP); coleção de Aves e Mamíferos Selvagens da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Além dessas coleções credenciadas, várias outras possuem material relativo à biodiversidade de Minas Gerais e podem ser igualmente acessadas. No entanto, com algumas exceções, poucas coleções disponibilizam seu banco de dados para acesso a informações sobre o material depositado.

### A Coleção BD-LBEM do Departamento de Biologia Geral da UFMG

O início desta coleção se deu em 1998, incentivado por publicações recentes (Ryder *et al.*, 2000; para revisão, veja Santos *et al.*, 2002) que ressaltavam a importância de coleções de DNA para estudos genéticos a partir da biodiversidade nativa. Com fundos do incentivo a recém-doutores da Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG, iniciou-se a implantação da infraestrutura necessária para implementação da coleção. No ano de 2003, o BD-LBEM obteve o credenciamento como fiel depositário do patrimônio genético brasileiro no CGEN (Deliberação 46 de 18/12/2003). Inicialmente especializado em depósitos de tecidos e DNA de Vertebrados, principalmente mamíferos e aves, atualmente a coleção também conta com depósitos de vegetais e de micro-organismos. Em 2004, foi obtido financiamento do CNPq para montagem do banco de dados e ferramentas de entrada de dados, busca e impressão de relatórios, que deverá estar disponível em outubro de 2008. O banco de dados em Access está em fase adiantada e permitirá o controle informatizado dos espécimes (vertebrados) e a divulgação, via internet, de todo o material biológico depositado.

**Tabela 1.** Material biológico depositado na coleção BD-LBEM (Dep. Biologia Geral-UFMG).

GRUPO TAXONÔMICO	ESPÉCIMES	ESPÉCIES
Anfíbios	17	10
Répteis	30	16
Aves	2.025	271

continua >

continuação

GRUPO TAXONÔMICO	ESPÉCIMES	ESPÉCIES
Mamíferos	1.080	94
Vegetais*	~500	>20
Micro-organismos *	>3.000	>50
<b>Total</b>	<b>&gt;6.500</b>	<b>&gt;450</b>

\* A coleção de DNA de vegetais encontra-se no Laboratório de Genética de Populações, e a de micro-organismos se encontra no Lab. de Genética de Micro-organismos, ambos do Departamento de Biologia Geral, ICB, UFMG.

## Metodologia de Estudos Genéticos

Um levantamento detalhado sobre a metodologia de estudos envolvendo dados genéticos foi recentemente publicado (Klaczko & Vieira, 2006). Faremos aqui apenas um breve histórico e relato de como a genética tem sido incorporada aos estudos de biodiversidade.

Desde princípios do século XX, com a citogenética, e, nos últimos 40 anos, com as isoenzimas, é que se iniciou a análise da variação genética em populações naturais (Hamrick & Godt, 1989). O emprego do DNA no estudo da diversidade começou nos primeiros anos da década de 1980, com o advento das metodologias de impressão digital de DNA, que utilizavam grandes quantidades de DNA genômico e metodologias diversas de detecção de variação genética (Borém & Santos, 2008). No entanto, foi apenas após o desenvolvimento da reação de polimerase em cadeia, ou PCR (*Polymerase Chain Reaction*), a partir de meados da década de 1980, é que houve uma verdadeira revolução em termos de estudos genéticos com a biodiversidade (Ferreira & Grattapaglia, 1995; Borém & Santos, 2008).

Entretanto, a necessidade de conhecimentos prévios sobre a sequência de nucleotídeos da espécie a ser estudada, os custos elevados para obtenção destes conhecimentos e para realização das análises limitaram, durante alguns anos, a aplicação das novas técnicas desenvolvidas com base em PCR (Ferreira & Grattapaglia, 1995). Desta forma, a técnica de RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA* Williams *et al.*, 1990) se tornou amplamente utilizada por ser rápida, simples, econômica e, principalmente, por não requerer nenhum conhecimento prévio da genética da espécie sob investigação. Estudos de genética com diferentes espécies da biodiversidade puderam

ser também feitos com DNA mitocondrial (DNAm<sub>t</sub>) desde meados da década de 1980 (Avisé *et al.*, 1987), já que iniciadores (*primers*) universais se mostraram efetivos para o estudo de várias espécies animais.

Atualmente, já foram publicados genomas de várias espécies com o advento das técnicas de seqüenciamento de DNA em larga escala (Borém & Santos, 2008). Isto tem permitido o estudo da variabilidade genética de várias outras espécies e diferentes regiões genômicas. Entre estas regiões, do genoma de eucariotos, incluem-se locos de éxons, íntrons e também de microsatélites e polimorfismos de sítios únicos (SNPs) que foram identificados e utilizados em vários estudos de variabilidade genética, com métodos diversos de genotipagem. Dependendo do tipo de variabilidade genética estudada, diferentes abordagens podem ser utilizadas nos níveis intra e interespecífico, incluindo estudos de paternidade, parentesco, fluxo gênico, divergência intra e interpopulacional, tempo de expansão demográfica, reconstruções filogenéticas e outras. Para o estudo da diversidade em procariotos, além da amplificação e sequenciamento do gene de rRNA 16S, têm sido usadas extensamente técnicas de fingerprinting genômico, como, ARDRA, ITS, tDNA e rep-PCR.

## **Estudos genéticos com a biodiversidade de Minas Gerais**

A maior parte dos estudos envolvendo a diversidade genética está focada em unidades taxonômicas específicas. O grande desafio para execução de estudos nesta área geralmente reside na disponibilidade de metodologias que caracterizem a diversidade nos níveis intra e interespecíficos em um determinado grupo taxonômico. Com exceção de técnicas de RAPD e outros métodos aplicados a micro-organismos, a maior parte dos métodos desenvolvidos para espécies de clima temperado não se aplica diretamente às espécies neotropicais. Com o início da era genômica, em princípios dos anos 1990, os primeiros organismos-modelos tiveram seus genomas sequenciados e novas metodologias e equipamentos foram desenvolvidos, permitindo o estudo de inúmeras outras espécies. Abaixo, e nas referências bibliográficas, apresentamos um breve levantamento da produção científica sobre diversidade genética em micro-organismos, fauna e flora, com espécimes coletados em Minas Gerais. Obviamente, é uma subestimativa do que existe de estudos com espécies de nosso Estado, cujas amostras são muitas vezes incluídas em

artigos sem uma preocupação com sua origem geográfica. Além disto, os estudos apresentados representam apenas uma amostragem de estudos genéticos conduzidos por alguns grupos de pesquisa de Minas Gerais.

### **Micro-organismos**

Estudos da diversidade bacteriana em Minas Gerais foram iniciados em 1973 no Laboratório de Genética de Micro-organismos (Departamento de Biologia Geral, ICB, UFMG) a partir de isolados de *Escherichia coli* (Chartone-Souza, 1975). Desde então, diversos estudos foram desenvolvidos, envolvendo o isolamento de várias bactérias de ambiente natural e impactado pela ação humana. Uma linhagem de *E. coli* (BH100) tem sido usada intensamente, desde então, em pesquisas e aulas experimentais na UFMG e em outras universidades brasileiras, assim como nas 12 edições do “Curso de Introdução a Biotecnologia” financiado pelo CNPq e FINEP, realizados em diversos locais no Brasil. O operon Hg desta bactéria foi clonado e expressado em experimento pioneiro em Minas Gerais, em 1985. Recentemente, foi também descrita e caracterizada molecularmente a presença de integron associado com resistência aos aminoglicosídeos nessa linhagem. Outro estudo com isolados de *Salmonella thyphimurium*, coletados nos ribeirões Arrudas e do Onça, além de vários outros, foram realizados focalizando, principalmente, resistência a drogas, produção de colicinas e perfil plasmidano (Chartone-Souza & Sant’Ana, 1985; Nascimento *et al.*, 1992a, b; Mattos *et al.*, 2000). Em 1997, foi realizado um estudo da associação da frequência de bactérias resistentes ao mercúrio e sua concentração nos sedimentos de diversos sítios do ribeirão do Carmo, MG (sítios de garimpagem de ouro ativo ou desativado) e da Estação Ecológica do Tripuí (nascente). Detetou-se associação moderada entre a distribuição de bactérias resistentes e a presença de compostos de mercúrio (Cursino *et al.*, 1999). Em outros estudos com isolados bacterianos de regiões menos impactadas, como no Parque Nacional da Serra do Cipó e no Parque Estadual do Rio Doce, foi encontrada alta frequência de resistência a drogas antibióticas e mercúrio (Lima-Bittencourt *et al.*, 2007a). Dentre estas bactérias, destaca-se a *Chromobacterium violaceum*, encontrada com grande frequência nas águas pristinas de riachos localizados no PARNA Serra do Cipó. Esta espécie apresenta grande interesse biotecnológico: uma linhagem de origem malaia teve seu genoma completamente seqüenciado no Brasil. Os isolados obtidos apresentaram considerável diversidade fenotípica e genética dentre eles e entre eles e isolados amazonenses e linhagem-tipo (Lima-Bittencourt *et al.*,

2007b). A partir de 2005, foram realizados estudos de bactérias, dependentes e independentes de cultivo, isoladas de rejeitos de uma indústria siderúrgica de Minas Gerais. Ao nosso conhecimento, esta foi a primeira caracterização da diversidade bacteriana em rejeitos de uma indústria de aço. Os resultados evidenciaram diversidade entre as bactérias dependentes de cultivo e, por meio de testes bioquímicos e fisiológicos e métodos moleculares, foram identificadas bactérias de diversos gêneros, com predominância de *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Micrococcus*. Outros gêneros identificados foram: *Diaphorobacter*, *Kocuria*, *Staphylococcus*, *Acinetobacter*, *Dietzia* e *Brevibacillus*. A partir das análises adicionais de *fingerprinting*, BOX, ERIC e GTG, detetou-se grande heterogeneidade entre os isolados do gênero *Bacillus*. As bibliotecas dos clones de gene de rRNA 16S, de rejeitos recém produzidos e depositados em área adjacente à indústria, mostraram considerável diversidade da microbiota cultivável ou não cultivável, salientando-se que a complexidade dessas comunidades bacterianas ainda não foi explorada. Portanto, o conhecimento dessa diversidade é relevante e pode representar o ponto de partida para estudos ecológicos das comunidades desses rejeitos e abrir perspectivas futuras para sua reciclagem, com óbvia repercussão econômica e ambiental (Freitas, 2007).

Outras pesquisas envolvendo isolamento, taxonomia e uso de leveduras, fungos e outras bactérias se encontram no Capítulo de Diversidade Microbiana, bem como sobre sua importância em biotecnologia (Capítulo de Biotecnologia). O estudo desses isolados microbianos demonstra a grande diversidade ainda não explorada e o grande potencial biotecnológico destes isolados provenientes de Minas Gerais.

## Flora

Os estudos na UFMG sobre a diversidade genética da flora de Minas Gerais iniciaram-se com análises comparativas entre espécies congêneres pertencentes a diferentes biomas de Minas Gerais. Um dos primeiros estudos se deu com duas espécies arbóreas de *Plathymenia* (vinhático), uma nativa da Mata Atlântica e outra do Cerrado, utilizando-se os marcadores moleculares RAPD (Lacerda *et al.*, 2001, 2002). Esses trabalhos mostraram grande proximidade filogenética entre populações dos dois biomas e sugeriram existência de fluxo gênico entre elas. Em um trabalho taxonômico, utilizando também as evidências de fluxo gênico obtidas por Lacerda *et al.* (2002), Warwick & Lewis (2003) fundiram as duas espécies em uma única, a *Plathymenia reticulata*. O



vinhático tem sido utilizado para uma série de estudos ecológicos e genéticos, com o objetivo de entender as diferenças evolutivas, incluindo as adaptativas, entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica, como fenologia (Goulart *et al.*, 2005a), morfologia (Goulart *et al.*, 2006) e germinação de sementes (Lacerda *et al.*, 2004) das populações de ambos os biomas. Atualmente, estão sendo realizados estudos ecofisiológicos e de filogeografia de populações de *Plathymenia reticulata* dos dois biomas, que já tem fornecido informações valiosas para subsidiar medidas para sua conservação. O caso do vinhático ilustra como os estudos de diversidade genética podem auxiliar no conhecimento da diversificação de linhagens entre biomas, o que tem implicações para a conservação e o manejo da diversidade.

Outra espécie que tem sido alvo de estudos genéticos é o jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*), uma das espécies madeireiras mais valiosas e ameaçadas de extinção. Um estudo com alozimas, envolvendo populações do Parque Estadual do Rio Doce (Marliéria, Minas Gerais) e fragmentos de seu entorno, mostrou conseqüências genéticas da fragmentação e distúrbios antrópicos desta parte da Mata Atlântica, e evidenciaram a importância do Parque como reservatório de diversidade genética (Ribeiro *et al.*, 2005).

Recentemente, diversos estudos foram conduzidos por grupos de pesquisadores da UFMG, UFLA e de outros Estados, principalmente da Universidade Estadual de Campinas e da Universidade Estadual de Feira de Santana, utilizando alozimas para determinação da variabilidade genética e para aplicação na delimitação de espécies e detecção de hibridação de diversos grupos de plantas ocorrentes nos campos rupestres de Minas Gerais, especialmente para espécies de orquídeas dos gêneros *Acianthera* (Borba *et al.*, 2000, 2001) e *Bulbophyllum* (Azevedo *et al.*, 2006, 2007; Ribeiro *et al.*, 2008), compostas (Jesus, 2001; Jesus *et al.*, 2001; Azevedo, 2004), cactos (Moraes *et al.*, 2005), leguminosas (Botrel & Carvalho, 2004; Conceição *et al.*, 2008), Velloziaceae (Franceschinelli *et al.*, 2006) e Lauraceae (de Moraes & Derbyshire, 2002, 2003; de Moraes, 2007). Além destes, estudos utilizando marcadores RAPD também têm sido utilizados para espécies de compostas (Gomes *et al.*, 2004) e leguminosas (Silva *et al.*, 2007) que ocorrem nos campos rupestres do Estado, por grupos de pesquisadores da UFMG. Devido à descontinuidade das cadeias de montanhas e dos afloramentos rochosos, muitas espécies de plantas, especialmente as rupícolas, estão distribuídas em populações disjuntas. De forma geral, estes estudos têm demonstrado que esta característica dos campos rupestres é responsável pela diferenciação de populações de plantas nestes ambientes, levando

a elevada diversidade e alto nível de endemismos da vegetação de campo rupestre, considerada uma das maiores do Brasil. Estas conclusões possuem aplicação relevante na conservação destas espécies, uma vez que, nestes casos, cada população pode ter uma parcela significativa e única da variabilidade genética da espécie.

Estudos empregando alozimas também têm sido realizados em espécies de diversos grupos de plantas presentes em outras formações do Estado, como Mata Atlântica (Alcântara *et al.*, 2006), Cerrado (Melo Júnior *et al.*, 2004; Pinto & Carvalho, 2004; Estopa *et al.*, 2006; Jaegler *et al.*, 2007) e matas ciliares (Pinto *et al.*, 2004; Botrel *et al.*, 2005; Carvalho & Oliveira 2005; Souza *et al.*, 2007). Estes estudos têm sido desenvolvidos em sua maioria por um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Lavras, mas também por pesquisadores de outros Estados, principalmente da Universidade Estadual de Campinas.

Nos últimos anos foram iniciados trabalhos de filogeografia com sequências de DNA de cloroplasto em alguns laboratórios de Minas Gerais, envolvendo espécies de diferentes biomas do Estado, como *Dalbergia nigra*, *Dalbergia miscolobium* (jacarandá-do-cerrado), *Dimorphandra mollis* (faveiro do campo), *Hymenaea courbaril* (jatobá-da-mata), *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá-do-cerrado), *Vellozia gigantea* (canela-de-ema), *Eremanthus erytropappus* (candeia) e *Ficus bonijesulapensis* (figueira). O estudo analisando o jatobá-do-cerrado, pioneiro nesta área, mostrou que a diversidade genética das populações atuais foi influenciada pelas mudanças climáticas que ocorreram no Pleistoceno, sugerindo locais de extinções de populações e de rotas de recolonização após a última glaciação (Ramos *et al.*, 2007). Outro trabalho recente, feito com DNA de cloroplasto, investiga a filogenia dos gêneros *Machaerium*, *Dalbergia* e outros (Ribeiro *et al.*, 2007).

Vários estudos genéticos com espécies arbóreas e arbustivas de Minas Gerais têm mostrado a grande diversidade de tipos de sistemas de cruzamento e a variação na estrutura genética populacional dessas espécies (ex. Carvalho *et al.*, 2002; Ribeiro & Lovato, 2004; Botrel *et al.*, 2005; Goulart *et al.*, 2005b; Louzada *et al.*, 2006; Vieira & Carvalho, 2008). Essa grande diversidade de sistemas aponta para a necessidade de estudos envolvendo os vários biomas de Minas Gerais, com espécies com diferentes características de história de vida, como diferentes tipos de dispersão de sementes e fluxo de pólen, tipos de cruzamento e amplitudes de distribuição geográfica. Só então se poderá ter um diagnóstico da diversidade e da estrutura genética de cada bioma. Esses conhecimentos

poderão orientar a utilização racional dessas espécies, de maneira a não comprometer sua diversidade, assim como indicar áreas prioritárias para a conservação das espécies, como também técnicas adequadas de manejo.

## Fauna

Um número razoável de estudos de conservação e sistemática usando dados genéticos já foi executado com espécies da fauna brasileira (Klaczko & Vieira, 2006). Os primeiros trabalhos com genética de invertebrados foram feitos principalmente com animais de laboratório, porém trabalhos com populações naturais começaram a aparecer a partir da década de 1980. Hoje, trabalhos com diversidade genética de invertebrados são abundantes na literatura, a maioria com agentes etiológicos de doenças importantes como Tripanossomídeos (Macedo *et al.*, 1992) e vetores de doenças como Triatomídeos (dos Santos *et al.*, 2007), *Biomphalaria* (Vidigal *et al.*, 2004) e *Lutzomyia* (Mukhopadhyay *et al.*, 1998). Outros estudos com invertebrados ainda incluem animais peçonhentos (Nascimento *et al.*, 2006) e animais sem relevância para a área médica mas de grande importância no ecossistema, como abelhas, vespas e besouros (Maffei *et al.*, 2001; Querino & Zucchi, 2002), incluindo recentes trabalhos com dois invertebrados ameaçados de extinção, o *Peripatus* (DeLaat *et al.*, 2005; DeLaat, 2006) e o minhocaçu-do-cerrado, *Rhinodrilus alatus* (Siqueira, 2007).

Tratando-se da fauna de vertebrados, muitos estudos foram e ainda são feitos utilizando a citogenética como ferramenta de estudos genéticos (e.g., Silva & Yonenaga-Yassuda, 1997; Bonvicino *et al.*, 2002). Os primeiros estudos a lidar diretamente com DNA utilizaram marcadores moleculares do tipo impressão digital de DNA (Miyaki *et al.*, 1992, 1997) e RAPD em aves (Dantas *et al.*, 2007) e mamíferos (Yazbeck, 2002). No entanto, rapidamente começaram a aparecer estudos com o sequenciamento de locos específicos, como os de DNA mitocondrial (DNAMt). Além disso, através de parceria com grupos estrangeiros, marcadores do tipo microssatélite têm sido isolados para estudos de conservação em espécies de peixes e mamíferos do Estado de Minas Gerais (Yazbeck & Kalapothakis, 2007; Dias *et al.*, 2008).

Baseado na existência de iniciadores universais para o gene da Citocromo C Oxidase subunidade I (COI) do DNAMt, foi proposta uma metodologia de identificação taxonômica molecular, chamada

Código de Barras de DNA (DNA barcodes, Hebert *et al.*, 2003). Estudos específicos com o gene mitocondrial COI com várias espécies de passeriformes de Minas Gerais foram recentemente publicados (Vilaça *et al.*, 2006; Chaves *et al.*, 2008). Estes estudos com Tamnofilídeos e Tiranídeos, respectivamente, evidenciam a grande diversidade da avifauna neotropical e a complexidade taxonômica das espécies em Minas Gerais, revelando a necessidade de vários estudos genéticos de taxonomia clássica, além de novos inventários e coletas para compreensão mais detalhada desta rica biodiversidade. Por exemplo, no caso de algumas espécies de pássaros como *Suiriri suiriri*, *Casiornis* sp, *Elaenia obscura*, *Thamnophilus caerulescens*, entre outros, são absolutamente necessárias coletas em toda sua distribuição geográfica, para averiguar problemas de sistemática identificados na análise molecular ou morfológica.

Um estudo detalhado com coleta abrangente é essencial para inúmeros outros táxons, particularmente ricos em espécies em Minas Gerais, tais como os Passeriformes, Quirópteros e Roedores. Por exemplo, estudos de sistemática e evolução molecular com quirópteros (Redondo & Santos, 2006; Redondo *et al.*, 2008) indicam a existência de táxons crípticos que merecem ser detalhadamente estudados. Inúmeras publicações indicam a subestimação do número de espécies, pelo menos entre mamíferos e aves. Alguns estudos com amostragem mais abrangente foram feitos com algumas espécies de passeriformes, utilizando abordagem filogeográfica (Lacerda, 2004; Pessoa *et al.*, 2006; Lacerda *et al.*, 2007; Cabanne *et al.*, 2007). No entanto, estes revelaram padrões complexos em várias das espécies analisadas, o que indica que não serão resolvidas várias dúvidas taxonômicas se não forem feitas mais análises moleculares e morfológicas, bem como amostragem ao longo de toda a área de ocorrência da espécie e/ou subespécie, que na maioria das vezes ocorrem em vários Estados brasileiros e em outros países.

## **Perspectivas de Estudos e Necessidades de Financiamento**

Para estudos envolvendo diversidade genética de espécies da biodiversidade de Minas Gerais será necessário, inicialmente, grande investimento em infraestrutura e recursos humanos para inventários e coletas de material, e nas coleções científicas em museus e outras instituições para coleta, armazenamento e catalogação de material biológico para esta finalidade. Algumas coleções microbiológicas, zoológicas e herbários já contam com o depósito de amostras de DNA, tecidos

ou células que são ou podem ser utilizados nos estudos de diversidade genética. Um exemplo é o Centro de Coleções Taxonômicas (CCT) da UFMG, que possui a Coleção de DNA, atualmente no Departamento de Biologia Geral (BD-LBEM, ver acima). O apoio às coleções e sua vinculação às estratégias a serem adotadas em um grande programa de inventário taxonômico, tal como a função de centros de referência para depósito de material biológico, é fundamental. Além disso, é imprescindível a infraestrutura para as coletas, veículos, diárias, que sejam o mais abrangente possível no Estado de Minas Gerais.

A partir do material coletado e devidamente armazenado, os projetos em diversidade genética deverão seguir prioridades identificadas pelas avaliações do status atual da pesquisa em biodiversidade em Minas Gerais. Algumas dessas prioridades em alguns grupos taxonômicos foram apontadas neste capítulo, por grupos de pesquisa que já trabalham com questões relacionadas a sistemática e conservação usando ferramentas moleculares. No entanto, inúmeros novos questionamentos podem ser abordados com estudos genéticos, a partir do diagnóstico dos demais temas tratados neste texto. Espécies endêmicas de Minas Gerais e, obviamente, aquelas em qualquer categoria de ameaçadas ou quase-ameaçadas, devem ter estratégia própria. Por exemplo, como estudos genéticos, com ênfase nos moleculares, muitas vezes dispensam procedimentos invasivos, estes devem ser priorizados nos casos em que o sacrifício/coleta do indivíduo possa causar um impacto significativo na população natural já diminuída. Outra prioridade deve ser dada às áreas em Minas Gerais indicadas pelo levantamento feito por coordenação da Biodiversitas (Drummond *et al.*, 2005), com potencial ou alta prioridade para pesquisas científicas. Alguns estudos moleculares indicam que espécimes amostrados em áreas fora da área previamente reconhecida para distribuição da espécie podem revelar grande diversidade críptica (Lacerda *et al.*, 2007; Cabanne *et al.*, 2007). Por isto, expedições-piloto devem ser urgentemente organizadas para estudo detalhado nas áreas prioritárias para pesquisas com poucos estudos taxonômicos e potencial riqueza ou peculiaridade em biodiversidade.

## Referências Bibliográficas

- Alcântara, S.F., J. Semir & V.N. Solferini. 2006. Low Genetic Structure in an Epiphytic Orchidaceae (*Oncidium hookeri*) in the Atlantic Rainforest of South-eastern Brazil. *Ann. Bot.* 98:1207-1213.
- Avise, J.C., J. Arnold, R.M. Ball, E. Bermingham, T. Lamb, J.E. Neigel, C.A. Reeb & N.C. Saunders. 1987. Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 18:489-522.
- Azevedo, C.O., E.L. Borba & C. Van Den Berg. 2006. Evidence for natural hybridization and introgression in *Bulbophyllum involutum* and *B. weddellii* (Orchidaceae) in the Chapada Diamantina, Brazil, by using allozyme markers. *Rev. Bras. Bot.* 29:415-421.
- Azevedo, M.T.A. 2004. *Padrões evolutivos em espécies de Lychnophora Mart. (Asteraceae, Vernoniae) com diferentes amplitudes de distribuição geográfica*. Dissertação de Mestrado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 105p.
- Azevedo, M.T.A., E.L. Borba, J. Semir & V.N. Solferini. 2007. Very high genetic variability in Neotropical myophilous orchids. *Bot. J. Linn. Soc.* 153:33-40.
- Bonvicino, C.R., I.B. Otazu & P.S. D'Andrea. 2002. Karyologic evidence of diversification of the genus *Thrichomys* (Rodentia, Echimyidae). *Cytogenet. Genome Res.* 97:200-204.
- Borba, E.L., J.M. Felix, J. Semir & V.N. Solferini. 2000. *Pleurothallis fabiobarrosii*, a new Brazilian species: morphological and genetic data with notes on the taxonomy of Brazilian rupicolous *Pleurothallis*. *Lindleyana* 15:2-9.
- Borba, E.L., J.M. Felix, V.N. Solferini & J. Semir. 2001. Fly-pollinated *Pleurothallis* (Orchidaceae) species have high genetic variability: evidence from isozyme markers. *Am. J. Bot.* 88:419-428.
- Borém, A. & F.R. Santos. 2008. *Entendendo a Biotecnologia*. Visconde do Rio Branco: Editora Suprema. 342p.
- Botrel, M.C.G. & D. Carvalho. 2004. Variabilidade isoenzimática em populações naturais de jacarandá paulista (*Machaerium villosum* Vog). *Rev. Bras. Bot.* 27:621-628.
- Botrel, M.C.G., D. Carvalho, A.M. Souza, S.I.C. Pinto, M.C.O. Moura & R.A. Estopa. 2005. Caracterização genética de *Calophyllum brasiliense* Camb em populações de mata ciliar. *Rev. Árvore* 30:821-827.
- Cabanne, G., F.R. Santos & C.Y. Miyaki. 2007. Phylogeography of *Xiphorhynchus fuscus* (Passeriformes: Dendrocolaptidae): vicariance and recent demographic expansion in the southern Atlantic forest. *Biol. J. Linn. Soc. Lond.* 91:73-84.
- Carvalho, D. & A.F. Oliveira. 2005. Genetic structure of *Copaifera langsdorffii* Desf natural populations. *Rev. Cerne* 10:137-153.
- Carvalho, D., A.F. Oliveira & S.C.S. Rosado. 2002. Taxa de cruzamento e sistema reprodutivo de uma população natural de *Copaifera langsdorffii*, na região de Lavras, MG, a partir de isoenzimas. *Rev. Bras. Bot.* 25:331-338.
- Carvalho, D., S. Barreira & M.C.O. Moura. 2008. Genética, Manejo e Conservação. In: J.R. Scolforo (ed.). *Manejo Sustentado da Candéia*. [no prelo]
- Chartone-Souza, E. & Y.X. Sant'ana. 1985. Plasmids that simultaneously carry markers for colicinogeny and resistance to tetracycline in *Salmonella typhimurium*. *Braz. J. Genet.* 8:231-239.
- Chartone-Souza, E. 1975. *Resistência a Drogas e Propriedade Colicinogênica em Escherichia coli*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. 79p.
- Chaves, A.V., C.L. Clozato, D. R. Lacerda, E.R. Sari & F.R. Santos. 2008. Molecular Taxonomy of Brazilian Tyrant-Flycatchers (Passeriformes: Tyrannidae). *Mol. Ecol. Resources*. [no prelo].
- Conceição, A.S., L.P. Queiroz, S.M. Lambert, A.C.S. Pereira & E.L. Borba. 2008. Biosystematics of *Chamaecrista* sect. *Absus* subsect. *Baseophyllum* (Leguminosae-Caesalpinioideae). *Plant Syst. Evol.* 270:183-207.
- Cursino, L., S.M. Oberdá, R.V. Cecílio, R.M. Moreira, E. Chartone-Souza & A.M.A. Nascimento. 1999. Mercury concentration in the sediment at different gold prospecting sites along the Carmo stream, Minas Gerais, Brazil, and frequency of resistant bacteria in the respective aquatic communities. *Hydrobiologia* 394:5-12.
- Dantas, G., F.R. Santos & M. Marini. 2007. Genetic variability of *Conopophaga lineata* (Conopophagidae) in Atlantic Forest fragments. *Braz. J. Biol.* 67:859-865.
- de Moraes, P.L.R. & M.T.C. Derbyshire. 2002. Estrutura genética de populações naturais de *Cryptocarya aschersoniana* Mez (Lauraceae) através de marcadores isoenzimáticos. *Biota Neotropica* 2:183-201.
- de Moraes, P.L.R. & M.T.C. Derbyshire. 2003. Diferenciação genética e diversidade em populações naturais de *Cryptocarya aschersoniana* Mez (Lauraceae). *Biota Neotropica* 3:85-94.
- de Moraes, P.L.R. 2007. *Taxonomy of Cryptocarya species of Brazil*. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences. 191p.
- DeLaat, D.M. 2006. *Variabilidade Genética e Estrutura Populacional de Peripatus acacioi na Estação Ecológica do Tripuí, MG*.

- Tese de Doutorado. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. 80p.
- DeLaat, D.M., M.R. Carvalho, M.B. Lovato, M.D.P. Acedo & C.G. da Fonseca. 2005. Applicability of RAPD markers on silver-stained polyacrylamide gels to ascertain genetic diversity in *Peripatus acacioi* (Peripatidae, Onychophora). *Genet. Mol. Res.* 4:716-725.
- Dias, I.M.G., G. Amato, M.R.S. Carvalho, H.M. Cunha, A.P. Paglia, R. Desalle & C.G. Fonseca. 2008. Characterization of eight microsatellite loci in the woolly mouse opossum, *Micoureus paraguayanus*, isolated from *Micoureus demerarae*. *Mol. Ecol. Res.* 8:345-347.
- Dos Santos, S.M., C.M. Lopes, J.P. Dujardin, F. Panzera, R. Pérez, A.L. Carbajal de La Fuente, R.S. Pacheco & F. Noireau. 2007. Evolutionary relationships based on genetic and phenetic characters between *Triatoma maculata*, *Triatoma pseudomaculata* and morphologically related species (Reduviidae: Triatominae). *Infect. Genet. Evol.* 7:469-475.
- Drummond, G.M., C.S. Martins, A.B.M. Machado, F.A. Sebaio & Y. Antonini. 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 222p.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann. 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Estopa, R.A., D. Carvalho & A.M. Souza. 2006. Diversidade genética em populações naturais de candeia. *Sci. Forestalis* 70:97-106.
- Ferreira, M.E. & D. Grattapaglia. 1995. *Introdução ao Uso de Marcadores Moleculares em Análise Genética*. Brasília: EMBRAPA/CENARGEN. 220p.
- Franceschinelli, E.V., C.M. Jacobi, M.G. Drummond & M.F.S. Resende. 2006. The genetic diversity of two Brazilian Vellozia (Velloziaceae) with different patterns of spatial distribution and pollination biology. *Ann. Bot.* 97:585-592.
- Freitas, D.B. 2007. *Prospecção de bactérias em rejeitos de uma indústria de aço*. Tese de Doutorado. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Gomes, V., R.G. Collevatti, F.A.O. Silveira & G.W. Fernandes. 2004. The distribution of genetic variability in *Baccharis concinna* (Asteraceae), an endemic, dioecious and threatened shrub of rupestrian fields of Brazil. *Conserv. Genet.* 5:157-165.
- Goulart, M. F., J.P. Lemos Filho & M.B. Lovato. 2005a. Phenological variation within and among populations of *Plathymenia reticulata* in Brazilian Cerrado, Atlantic Forest and transitional sites. *Ann. Bot.* 96:445-455.
- Goulart, M.F., J.P. Lemos Filho & M.B. Lovato. 2006. Variability in fruit and seed morphology among and within populations of *Plathymenia* (Leguminosae - Mimosoideae) in areas of the Cerrado, the Atlantic Forest, and transitional sites. *Plant Biol.* 8:112-119.
- Goulart, M.F., S.P. Ribeiro & M.B. Lovato. 2005b. Genetic, morphological and spatial characterization of two populations of *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae), in different successional stages. *Braz. Arch. Biol. Tech.* 48:275-284.
- Hadrys, H., M. Balick & B. Schierwater. 1992. Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Mol. Ecol.* 1:55-63.
- Hamrick, J.L. & M.J.W. Godt. 1989. Allozyme diversity in plant species, p.43-63. In: A.H.D. Brown, M.T. Clegg, A.L. Kahler & B.S. Weir (ed.). *Plant Population Genetics, Breeding, and Genetic Resources*. Sunderland: Sinauer Associates Inc.
- Hebert, P.D.N., A. Cywinska, S.L. Ball & J.R. deWaard. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proc. Biol. Sci.* 270:313-321.
- Jaeger, P. & D. Carvalho. 2007. Relação das estimativas genéticas de populações de *Xylopia emarginata* Mart com características químicas do solo. *Rev. Cerne* 13:200-207.
- Jaegler, P., D. Carvalho, M.C.O. Moura & E. Van Den Berg. 2007. Caracterização genética de populações naturais de *Xylopia emarginata* Mart. (Annonaceae). *Sci. Forestalis* 73:91-99.
- Jesus, F.F. 2001. *Variabilidade genética em Proteopsis Mart. & Zucc. e Minasia H.Rob. (Asteraceae: Vernoniaeae), gêneros endêmicos de campos rupestres*. Dissertação de Mestrado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. 46p.
- Jesus, F.F., V.N. Solferini, J. Semir & P.I.K.L. Prado. 2001. Local genetic differentiation in *Proteopsis argentea* (Asteraceae), a perennial herb endemic in Brazil. *Plant Syst. Evol.* 226:59-68.
- Klaczko, L.B. & R.D. Vieira. 2006. Genética, p.195-225. In: T.M. Lewinsohn (org.). *Avaliação do Estado do Conhecimento da Diversidade Biológica Brasileira* 2. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Lacerda, D. R., M.D.P. Acedo, J.P. Lemos Filho & M.B. Lovato. 2002. A técnica de RAPD: uma ferramenta molecular em estudos de conservação de plantas. *Lundiana* 3:87-92.
- Lacerda, D.R. 2004. *Filogeografia comparada e filogenia de espécies de Thamnophilidae (Aves: Passeriformes) e Mata Atlântica de Minas Gerais*. Tese de Doutorado. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. 89p.

- Lacerda, D.R., J.P. Lemos Filho, M.D.P. Acedo & M.B. Lovato. 2002. Molecular differentiation of two vicariant neotropical tree species, *Plathymenia foliolosa* and *P. reticulata* (Mimosoideae), inferred using RAPD markers. *Plant Syst. Evol.* 235:67-77.
- Lacerda, D.R., J.P. Lemos Filho, M.F. Goulart, R.A. Ribeiro & M.B. Lovato. 2004. Seed dormancy variation in natural populations of two tropical leguminous tree species: *Senna multijuga* (Caesalpinoideae) and *Plathymenia reticulata* (Mimosoideae). *Seed Sci. Res.* 14:127-135.
- Lacerda, D.R., M. Marini & F.R. Santos. 2007. Mitochondrial DNA corroborates the species distinctiveness of the Planalto (*Thamnophilus pelzelni*) and the Sooretama (*T. ambiguus*) Slaty-antshrikes (Passeriformes: Thamnophilidae). *Braz. J. Biol.* 67:873-882.
- Lacerda, D.R., M.D.P. Acedo, J.P. Lemos Filho & M.B. Lovato. 2001. Genetic diversity and structure of natural populations of *Plathymenia reticulata* (Mimosoideae), a tropical tree from the Brazilian Cerrado. *Mol. Ecol.* 10:1143-1152.
- Lima-Bittencourt, C.I., L. Cursino, H. Goncalves-Dornelas, D.S. Pontes, R.M.D. Nardi, M. Callisto, E. Chartone-Souza & A.M.A. Nascimento. 2007a. Multiple antimicrobial resistance in Enterobacteriaceae isolates from pristine freshwater. *Genet. Mol. Res.* 6:510-521.
- Lima-Bittencourt, C.I., S. Astolfi-Filho, E. Chartone-Souza, F.R. Santos & A.M.A. Nascimento. 2007b. Analysis of *Chromobacterium* sp. natural isolates from different Brazilian ecosystems. *BMC Microbiol.* 7:58.
- Louzada, J.M., E. Bearzoti & D. Carvalho. 2006. Avaliação e aplicação de testes para a detecção da autocorrelação espacial usando marcadores genéticos. *Ciê. Agrotec.* 30:206-2013.
- Macedo, A.M., M.S. Martins, E. Chiari & S.D. Pena. 1992. DNA fingerprinting of *Trypanosoma cruzi*: a new tool for characterization of strains and clones. *Mol. Biochem. Parasitol.* 55:147-153.
- Maffei, E.M., S.G. Pompolo, J.C. Silva-Junior, A.P. Caixeiro, M.P. Rocha & J.A. Dergam. 2001. Silver staining of nucleolar organizer regions (NOR) in some species of Hymenoptera (bees and parasitic wasp) and Coleoptera (lady-beetle). *Cytobios* 104:119-125.
- Mattos, S.V.M., V. Azevedo, F. Galarza, D.H. Bucker, E. Chartone-Souza & A.M.A. Nascimento. 2000. Capacity of mercury volatilization by mer and glutathione S-transferase genes cloned in *Escherichia coli*. *Sci. Total Environ.* 261:109-113.
- Melo Júnior, A.F., D. Carvalho, J.R. Pova & E. Bearzoti. 2004. Estrutura genética de populações naturais de pequiheiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Sci. Florestali* 66:56-65.
- Miyaki, C.Y., J.M.B. Duarte, R. Caparroz, A.L.V. Nunes & A. Wajntal. 1997. Sex identification of Brazilian parrots (Psittacidae, Aves) using the human minisatellite probe 33.15. *Auk* 114:516-520.
- Miyaki, C.Y., O. Hanotte, A. Wajntal & T. Burke. 1992. Sex typing of *Aratinga* parrots using the human minisatellite probe 33.15. *Nucleic Acids Res.* 20:5235-5236.
- Moraes, E.M., A.G. Abreu, S.C.S. Andrade, F.M. Sene & V.N. Solferini. 2005. Genetic variability and population structure of columnar cacti in dry regions of Brazil. *Genetica* 125:311-323.
- Mukhopadhyay, J., K. Ghosh, E.F. Rangel & L.E. Munstermann. 1998. Genetic variability in biochemical characters of Brazilian field populations of the Leishmania vector, *Lutzomyia longipalpis* (Diptera: Psychodidae). *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 59:893-901.
- Nascimento, A.M.A., M.O. Azevedo, S. Astolfi-Filho & E. Chartone-Souza. 1992a. Cloning Of The Mercuric Ion-Resistance Operon Into *Escherichia Coli* 5k Using The Mini-Plasmid Technique. *Biotechnol. Tech.* 6:139-142.
- Nascimento, A.M.A., M.O. Azevedo, S. Astolfi-Filho e E. Chartone-Souza. 1992b. Cloning of The Mercuric Ion-Resistance Operon of pBH100 *Escherichia coli* 5k Using Pat153 As Vector. *Rev. Microbiol.* 23:217-220.
- Nascimento, D.G., B. Rates, D.M. Santos, T. Verano-Braga, A. Barbosa-Silva, A.A. Dutra, I. Biondi, M.F. Martin-Eauclaire, M.E. De Lima & A.M. Pimenta. 2006. Moving pieces in a taxonomic puzzle: venom 2D-LC/MS and data clustering analyses to infer phylogenetic relationships in some scorpions from the Buthidae family (Scorpiones). *Toxicon* 47:628-639.
- Nascimento, A.M.A., M.G.L. Brandão, G.B. Oliveira, I.C.P. Fortes & E. Chartone-Souza. 2007. Synergistic bactericidal activity of *Eremanthus erythropappus* oil or beta-bisabolene with ampicillin against *Staphylococcus aureus*. *Antonie van Leeuwenhoek* 92:95-100.
- Pessoa, R.O., G.S. Cabanne, E.H.R. Sari, F.R. Santos & C.Y. Miyaki. 2006. Comparative phylogeography of the Rufous Gnateater (Conopophagidae) and Lesser Woodcreeper (Dendrocolaptidae): Congruent history of two passerines from the south American Atlantic forest. *J. Ornithol.* 147:227-228.
- Pimenta, R.S., P.D. Alves, A. Corrêa Jr, M.A. Lachance, G.S. Prasad, Rajaram, B.R. Sinha & C.A. Rosa. 2005. *Geotrichum silvicola* sp. nov., a novel asexual arthroconidial yeast species related to the genus *Galactomyces*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 55:497-501.
- Pinto, S.I.C. & D. Carvalho. 2004. Estrutura genética de populações de pindaíba (*Xylopia brasiliensis* Springel) por isoenzimas. *Rev. Bras. Bot.* 27:597-605.



- Pinto, S.I.C., D. Carvalho & A.M. Souza. 2004. Variabilidade genética por isoenzimas em populações de *Copaifera langsdorfii* Desf de dois fragmentos de mata ciliar. *Sci. Florestalis* 65:40-78.
- Pontes, D.S., C.I.L. Bittencourt, M.S.P. Azevedo, E. Chartone-Souza & A.M.A. Nascimento. 2007. Phenotypic and genetic analysis of *Enterobacter* spp. from a Brazilian oligotrophic freshwater lake. *Can. J. Microbiol.* 53:983-991.
- Querino, R.B. & R.A. Zucchi. 2002. Intraspecific variation in *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with different hosts. *Braz. J. Biol.* 62:665-679.
- Ramos, A.C.S., J.P. Lemos Filho, R. Acácio, F.R. Santos & M.B. Lovato. 2007. Phylogeography of the tree *Hymenaea stigonocarpa* (Fabaceae: Caesalpinioideae) and the influence of Quaternary climate changes in the Brazilian Cerrado. *Ann. Bot.* 100:1-10.
- Redondo, R.A.F. & F.R. Santos. 2006. Evolutionary studies on alpha-amylase gene segment in bats and other mammals. *Genetica* 126:199-213.
- Redondo, R.A.F., R. França-Silva, L.P.S. Brina, A.D. Ditchfield & F.R. Santos. 2008. Molecular Systematics of the Genus *Artibeus* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Mol. Phylogenet. Evol.* submitted.
- Ribeiro, P.L., E.L. Borba, E.C. Smidt, S.M. Lambert, A.S. Schnadelbach & C. Van Den Berg. 2008. Genetic and morphological variation in the *Bulbophyllum exaltatum* (Orchidaceae) complex occurring in the Brazilian campos rupestres: implications for taxonomy and biogeography. *Plant Syst. Evol.* 270:109-137.
- Ribeiro, R.A. & M.B. Lovato. 2004. Mating system parameters in a neotropical tree species, *Senna multijuga* (Fabaceae). *Genet. Mol. Biol.* 27:418-424.
- Ribeiro, R.A., A.C.S. Ramos, J.P. Lemos Filho & M.B. Lovato. 2005. Genetic variation in remnant populations of *Dalbergia nigra* (Papilionoideae), an endangered tree from the Brazilian Atlantic Forest. *Ann. Bot.* 95:1171-1177.
- Ribeiro, R.A., M. Lavin, J.P. Lemos Filho, C.V. Mendonça, F.R. Santos & M.B. Lovato. 2007. The Genus *Machaerium* (Leguminosae) is more closely related to *Aeschynomene* Sect. Ochopodium than to *Dalbergia*: Inferences from combined sequence data. *Syst. Bot.* 32:762-771.
- Rosa, C.A., M.A. Lachance, L.C. Teixeira, R.S. Pimenta & P.B. Moraes. 2007. *Metschnikowia cerradonensis* sp. nov., a yeast species isolated from ephemeral flowers and their nitidulid beetles in Brazil. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 57:161-165.
- Ryder, O.A., A. McLaren, S. Brenner, Z. Ya-Ping & K. Benirschke. 2000. DNA banks for endangered animal species. *Science* 288:275-277.
- Santos, F.R. 2004. Biotecnologia aplicada à preservação de espécies silvestres. *Ação Ambiental* 1:19-22.
- Santos, F.R., D.R. Lacerda & R.A.F. Redondo. 2004. Tecnologias Genômicas na Conservação da Biodiversidade. *Biosc. J.* 20:79-92.
- Santos, F.R., P.E.M. Guimarães & R.A.F. Redondo. 2002. Bancos de DNA: coleções estratégicas para estudos da biodiversidade. *Lundiana* 3:93-98.
- Shneider, A. E. Goncalves, J.P. Vasconcelos, E. Franceschinelle, A.Y. Ciampi, P. Rodrigues, L.H.O. Wadt & D. Carvalho. 2003. Genética de Populações Naturais, p.298-315. In: D.M. Rambaldi & D.A.S. Oliveira (org.). *Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Silva, M.J. & Y. Yonenaga-Yassuda. 1997. New karyotypes of two related species of *Oligoryzomys* genus (Cricetidae, Rodentia) involving centric fusion with loss of NORs and distribution of telomeric (TTAGGG)<sub>n</sub> sequences. *Hereditas* 127:217-229.
- Silva, R.M., G.W. Fernandes & M.B. Lovato. 2007. Genetic variation in two *Chamaecrista* species (Leguminosae), one endangered and narrowly distributed and another widespread in the Serra do Espinhaço, Brazil. *Can. J. Bot.* 85:629-636.
- Siqueira, F.F. 2007. *Análise filogenética de minhocoçu Rhinodrilus alatus Righi 1971 (Glossoscholeciidae: Annelida) baseada em seqüências do gene de rDNA 5.8S e do espaço interno transcrito (ITS1)*. Monografia de Bacharelado. Belo Horizonte, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
- Souza, A.M., D. Carvalho, F.A. Vieira, L.H. Nascimento & D.C. Lima. 2007. Estrutura genética e espacial de populações naturais de *Calophyllum brasiliense* Camb em mata de galeria. *Rev. Cerne* 13:239-247.
- Teixeira, A.C., M.M. Marini, J.R. Nicoli, Y. Antonini, R.P. Martins, M.A. Lachance & C.A. Rosa. 2003. *Starmerella meliponinorum* sp. nov., a novel ascomycetous yeast species associated with stingless bees. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 53:339-343.
- Vargas, S.M., G.A. Torres, F.S. Sobrinho, A.V. Pereira & L.C. Davide. 2007. Karyotypic studies of *Cratylia argentea* (Desv.) O. Kuntze and *C. mollis* Mart. ex Benth. (Fabaceae - Papilionoideae). *Gen. Mol. Res.* 6:707-712.
- Vidigal, T.H.D., L. Spatz, J.C. Kissinger, R.A.F. Redondo, E.C. Pires, A.J. Simpson & O.S. Carvalho. 2004. Analysis of the first and second internal transcribed spacer sequences of the ribosomal DNA in *Biomphalaria tenagophila* complex (Mollusca: Planorbidae). *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 99:153-158.
- Vieira, F.A. & D. Carvalho. 2008. Genetic structure of an insect-pollinated and bird-dispersed tropical tree in vegetation frag-

ments and corridors: implications for conservation. *Biodivers. Conserv.* [no prelo]

Vilaça, S.T., D.R. Lacerda, E.H.R. Sari & F.R. Santos. 2006. DNA-based identification applied to Thamnophilidae (Passeriformes) species: the first barcodes of Neotropical birds. *Ararajuba* 14:7-13.

Warwick, M.C. & G.P. Lewis. 2003. Revision of *Plathymania* (Leguminosae – Mimosoideae). *Edinb. J. Bot.* 60:111-119.

Williams, J.G.K., A.R. Kubelik, K.J. Livak, J.A. Rafalski & S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nuc. Acids Res.* 18:6531-6535.

Yazbeck, G.M. & E. Kalapothakis. 2007. Isolation and characterization of microsatellite DNA in the piracema fish *Prochilodus lineatus* (Characiformes). *Gen. Mol. Res.* 6:1026-1034.

Yazbeck, G.M. 2002. *Variabilidade Genética Inter e Intrapopulacional de Akodon cursor (Rodentia: Sigmodontinae) em Ambientes Fragmentados*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. 66p.

# Análise do Banco de Dados

da área temática  
“Diversidade Genética”

## Perfil dos Pesquisadores Cadastrados

Um total de 27 pesquisadores da área temática “Diversidade Genética” se cadastraram no Banco de Dados do projeto de estruturação do Biota Minas. Destes, cerca de 85% reportaram desenvolver pesquisa em 31 áreas/subáreas do conhecimento (Quadro 1), segundo a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com destaque para as linhas de Genética Animal (9), Genética Vegetal, Genética Molecular e de Micro-organismos (6) e Taxonomia dos Grupos Recentes (5).

**Quadro 1.** Resultado da pesquisa sobre as principais linhas de pesquisa desenvolvidas pelos pesquisadores da área “Diversidade Genética”.

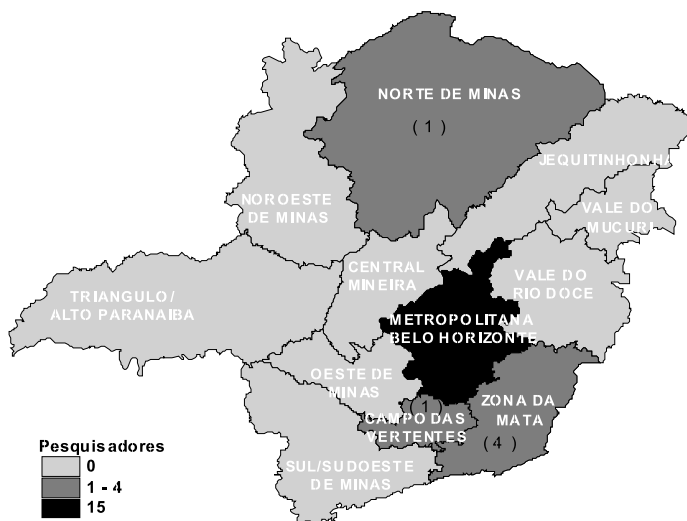
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Genética Animal	9
Genética Vegetal; Genética Molecular e de Microorganismos	6
Taxonomia dos Grupos Recentes	5
Biologia Geral; Conservação das Espécies Animais; Conservação da Natureza; Ciências Biológicas; Taxonomia de Fanerógamos	3
Ecologia de Ecossistemas	2

continua >

continuação

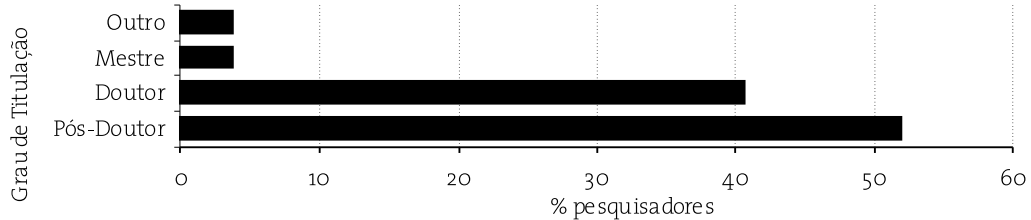
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Citotaxonomia; Citologia e Biologia Celular; Evolução Cromossômica; Citogenética Animal; Criação de Animais; Botânica Aplicada; Evolução; Comportamento Animal; Fitogeografia; Genética da Conservação Animal; Genética de Populações e Genética Quantitativa; Genética e Melhoramento dos Animais Domésticos; Genética Humana e Médica; Genética Quantitativa; Manejo de Animais; Micologia; Microbiologia Agrícola; Microbiologia Industrial e de Fermentação; Produção Animal; Reprodução Animal; Genética	1

No que diz respeito à distribuição locacional dos pesquisadores no Estado de Minas Gerais (Figura 1), considerando as mesorregiões de planejamento do IBGE, a grande maioria dos pesquisadores que responderam à consulta possui vínculo com instituições localizadas na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (15 pesquisadores), seguida das mesorregiões Campo das Vertentes (1), Vale do Rio Doce (4) e Norte de Minas (1). Para as demais mesorregiões do Estado, não houve pesquisadores cadastrados.



**Figura 1.** Distribuição locacional dos pesquisadores segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE, para a área temática Diversidade Genética (N=21).

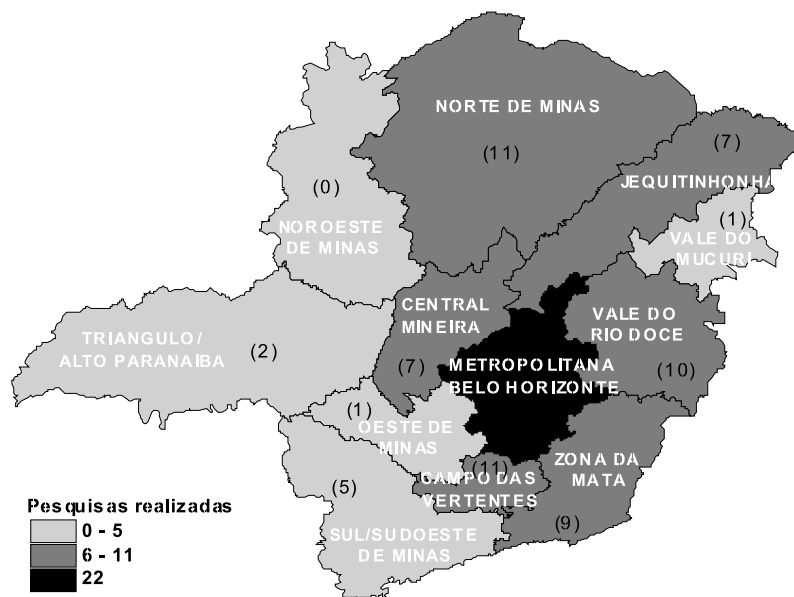
Quanto à titulação dos pesquisadores que se cadastraram na consulta (Figura 2), mais da metade refere-se ao título de Pós-Doutor (51%), seguido de Doutor (41%), Mestre (4%), e 4% dos pesquisadores cadastrados indicaram a opção “outro” para os certificados de formação obtidos.



**Figura 2.** Grau de titulação dos pesquisadores cadastrados para a área temática Diversidade Genética (N=27).

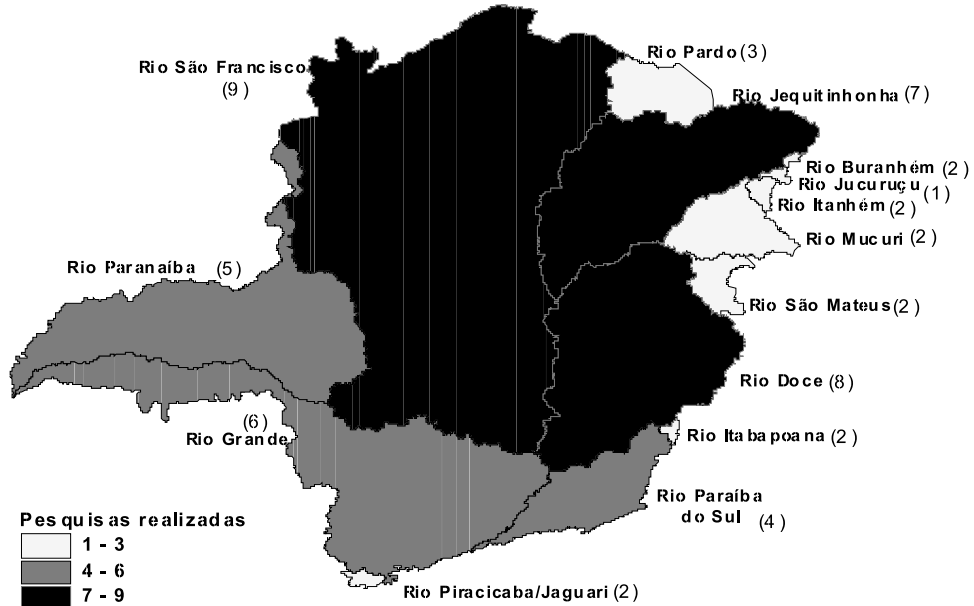
## Pesquisas desenvolvidas e lacunas existentes

Ao todo, foram cadastradas 76 pesquisas desenvolvidas no Estado de Minas Gerais envolvendo o tema Diversidade Genética. Destas, 22 pesquisas relacionam-se à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 3). As mesorregiões Campo das Vertentes, Zona da Mata, Vale do Rio Doce, Norte de Minas e Jequitinhonha registraram o maior número de pesquisas cadastradas. Por outro lado, as mesorregiões Sul/Sudoeste de Minas, Triângulo/Alto Paranaíba, Vale do Mucuri, Oeste de Minas foram as que tiveram um número menor de indicações. Para a mesorregião do Noroeste de Minas nenhuma pesquisa foi cadastrada. Relacionando-se a distribuição das pesquisas às bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Figura 4), 57 pesquisas apontaram sua localização com base nesta unidade de planejamento territorial, sendo a maior parte realizada nas bacias dos rios São Francisco (9), Doce (8) e Jequitinhonha (7). Para todas as demais bacias, menos de sete pesquisas foram cadastradas.

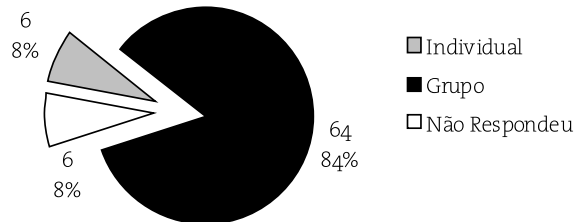


**Figura 3.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por mesorregião do IBGE, para a área temática Diversidade Genética (N=86).

Quanto ao grau de participação nas pesquisas, se individual ou em grupo, a maioria das respostas foi para pesquisas realizadas em grupo (84%), enquanto que apenas 8% do total foram desenvolvidas individualmente (Figura 5).

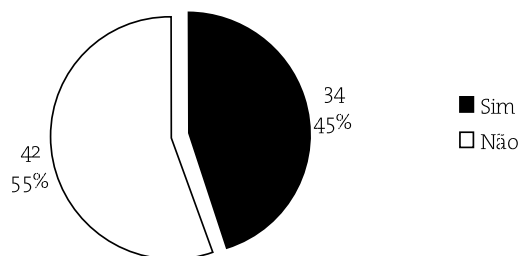


**Figura 4.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por bacia hidrográfica do Estado de Minas Gerais, para a área temática Diversidade Genética (N=57).

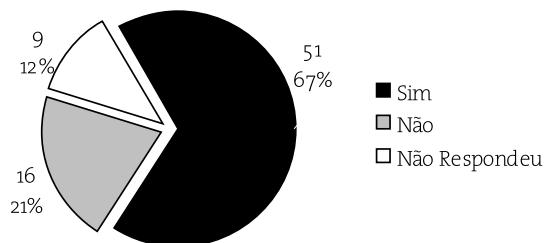


**Figura 5.** Grau de participação das pesquisas (número e porcentagem), da área temática Diversidade Genética (N = 76).

Sobre o desenvolvimento das pesquisas nas Unidades de Conservação do Estado, somente 45% delas foram realizadas em Unidades de Conservação (Figura 6) e, para 67%, houve depósito de material testemunho em coleções (Figura 7), sendo que a quase totalidade (todo ou parte do material) está em coleções de Minas Gerais.



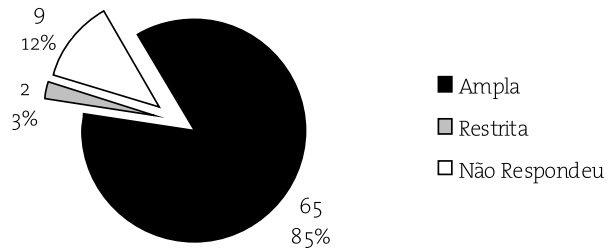
**Figura 6.** Número e porcentagem de pesquisas realizadas em Unidades de Conservação (número e porcentagem), da área temática Diversidade Genética (N = 76).



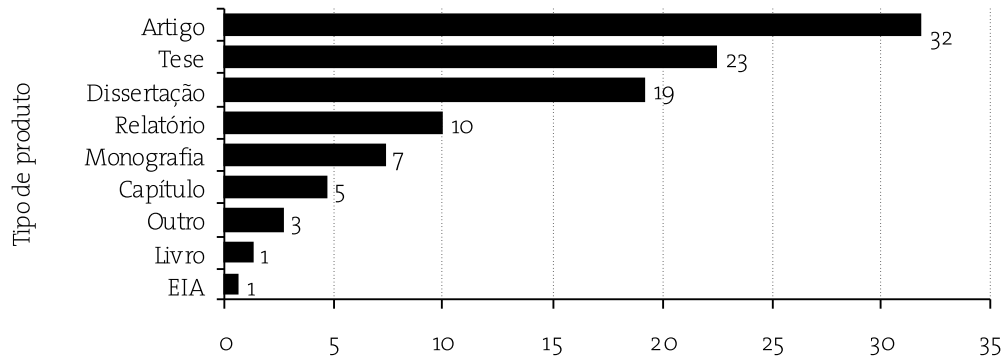
**Figura 7.** Número e porcentagem de pesquisas da área temática Diversidade Genética, com material biológico depositado em coleções (N = 76).

Com relação à acessibilidade aos resultados das pesquisas, 85% das pesquisas se enquadraram na categoria de amplo acesso e apenas 3% têm acesso restrito (Figura 8). A maioria dos produtos gerados pelas pesquisas (Figura 9) foi no formato de Artigo Científico (32%), Tese (23%), Dissertação (19%).



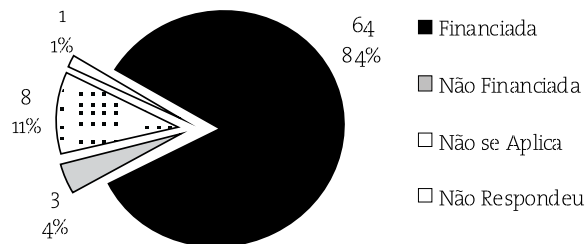


**Figura 8.** Nível de acessibilidade aos resultados das pesquisas da área temática Diversidade Genética (N =76).



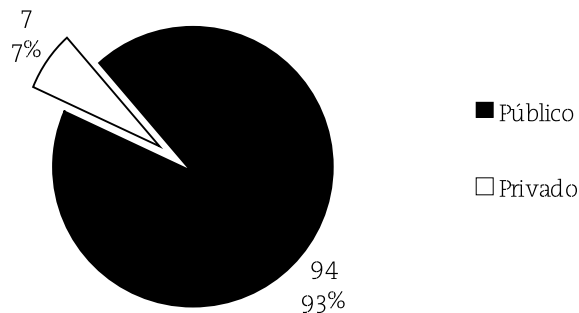
**Figura 9.** Modalidades de produtos resultantes das pesquisas da área temática Diversidade Genética (N =151).

Sobre o item “Financiamento” (Figura 10), para 84% das pesquisas cadastradas (84%) houve aporte de financiamento, enquanto que apenas 4% indicaram não terem recebido apoio financeiro.



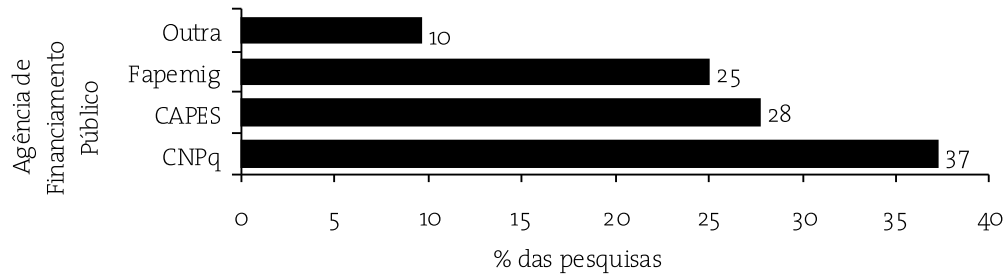
**Figura 10.** Número e Percentagem de pesquisas com ou sem aporte de financiamento, para a área temática Diversidade Genética (N = 76).

Das pesquisas financiadas (Figura 11), cerca de 93% do financiamento foram originados de instituições públicas, enquanto que apenas 7% das pesquisas foram financiadas por fontes privadas.



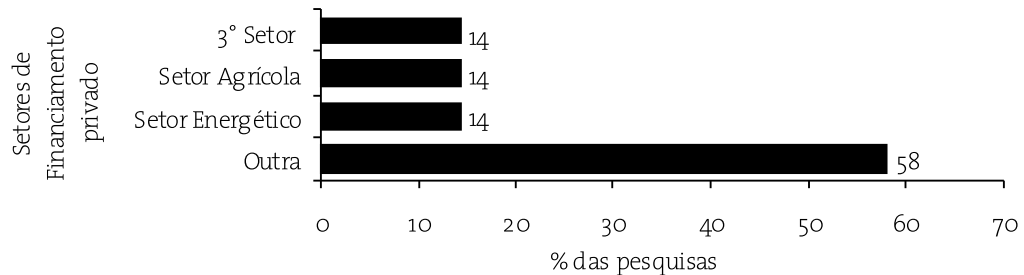
**Figura 11.** Número e Percentagem das pesquisas financiadas, segundo a origem do financiamento, para a área temática Diversidade Genética (N = 101).

Dos financiamentos públicos, 65% foram de instituições públicas em âmbito nacional, CNPq (37%) e CAPES (28%), enquanto que 25% das pesquisas foram financiadas pela FAPEMIG, da esfera estadual. A opção “outras” foi assinalada para 10% das pesquisas com aporte de financiamento do setor público (Figura 12).



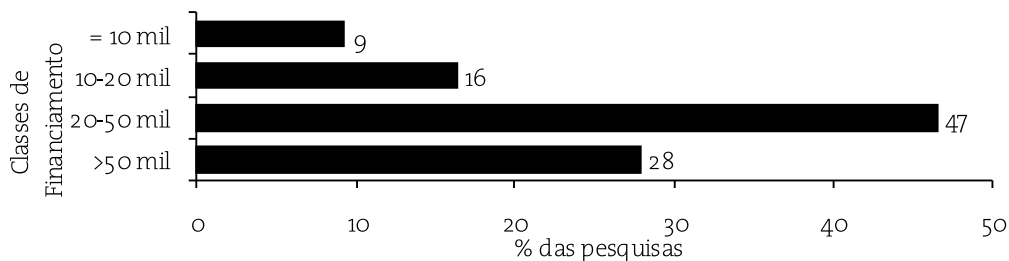
**Figura 12.** Percentagem de pesquisas financiadas por instituições públicas, para a área temática Diversidade Genética (N = 94).

Em relação aos financiamentos aportados por setores privados da economia (Figura 13), a mesma porcentagem (14%) teve apoio dos setores Energético, Agrícola e Terceiro Setor. A opção “outra”, que significa que o financiamento foi de origem distinta dos setores listados no questionário, foi de 58%.



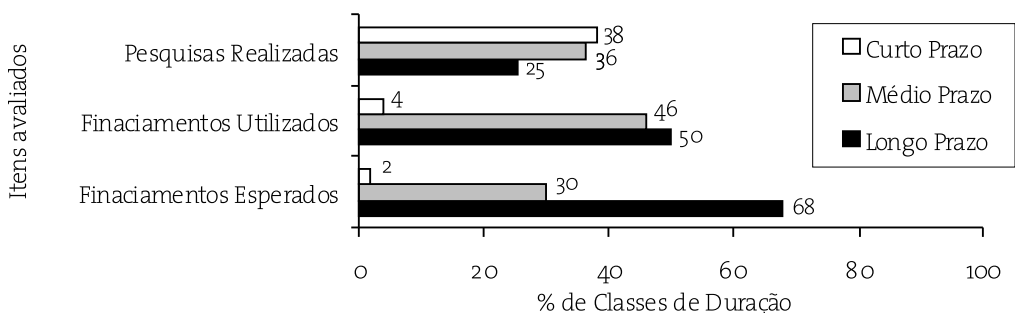
**Figura 13.** Percentagem de pesquisas financiadas pelo setor privado, para a área temática Diversidade Genética (N =7).

No que diz respeito aos valores dos financiamentos recebidos, dentre os projetos que reportaram a informação, 47% receberam financiamento na classe de 20 a 50 mil reais, 28% na classe acima de 50 mil reais, 16% na classe de 10 a 20 mil reais e 9% receberam valores inferiores a 10 mil reais (Figura 14).



**Figura 14.** Percentagem de pesquisas com aporte de financiamento, segundo classes de valores, para a área temática Diversidade Genética (N = 43).

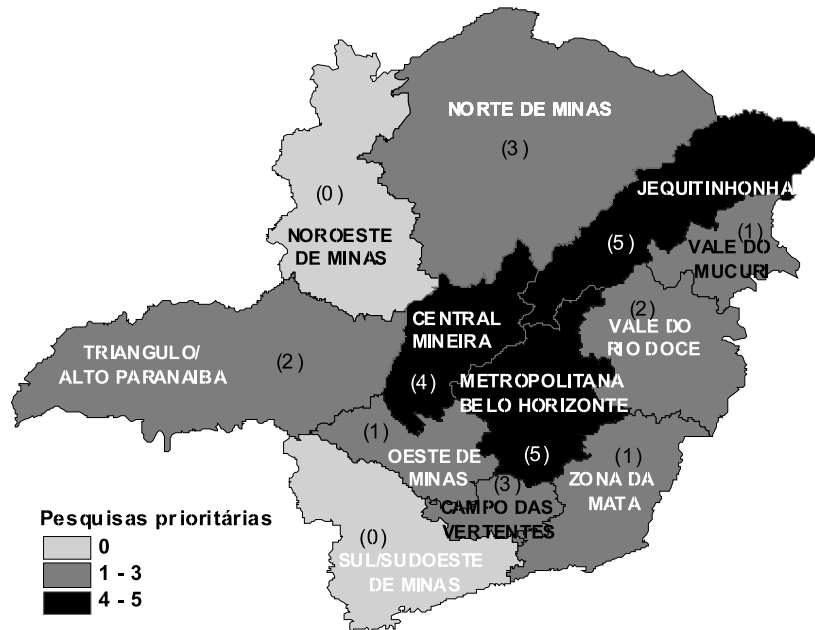
Considerando a informação sobre a duração das pesquisas, 38% foram realizadas em curto prazo, 36% em médio prazo e 25% em longo prazo (Figura 15). Quanto às pesquisas com financiamentos reportados, 50% foram de longo prazo, seguidas das de médio prazo (46%) e de curto prazo (4%). Por outro lado, com relação à duração dos financiamentos esperados no futuro, 68% das respostas foram para a classe de longo prazo, 30% para médio prazo e apenas 2% para curto prazo.



**Figura 15.** Percentagem do tempo de duração de pesquisas realizadas (N = 55), financiamentos utilizados (N = 52) e financiamentos esperados (N = 53), da área temática Diversidade Genética. Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos e Longo Prazo = acima de 3 anos.

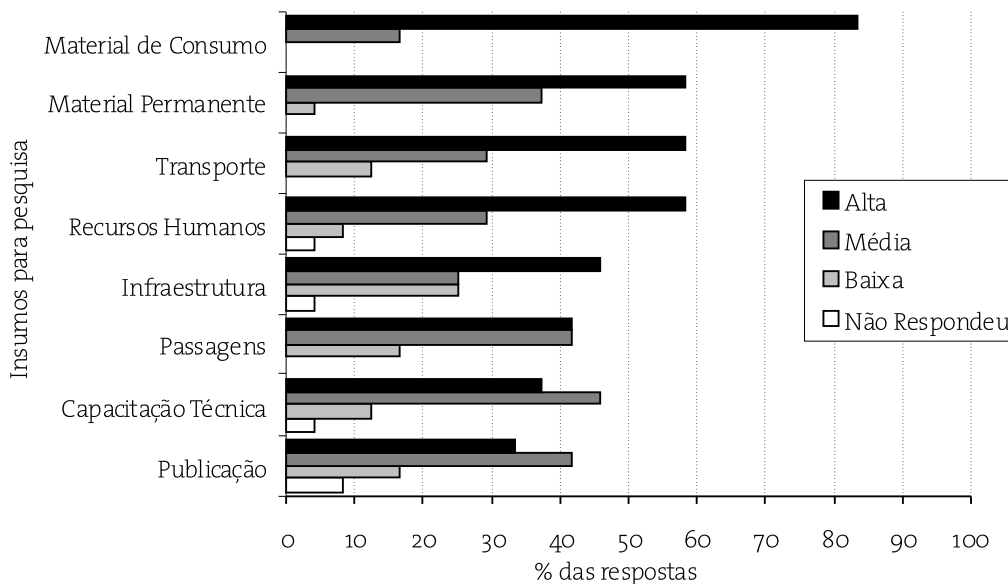
## Pesquisas e recursos prioritários

Os pesquisadores cadastrados no Banco de Dados indicaram um total de 27 pesquisas prioritárias para o Estado, distribuídas segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (Figura 16). As mesorregiões Metropolitana de Belo Horizonte e Jequitinhonha receberam cinco indicações cada, seguida das mesorregiões Central Mineira (4) e Norte de Minas (3). Para as mesorregiões Noroeste de Minas e Sul/Sudoeste de Minas não houve indicações.



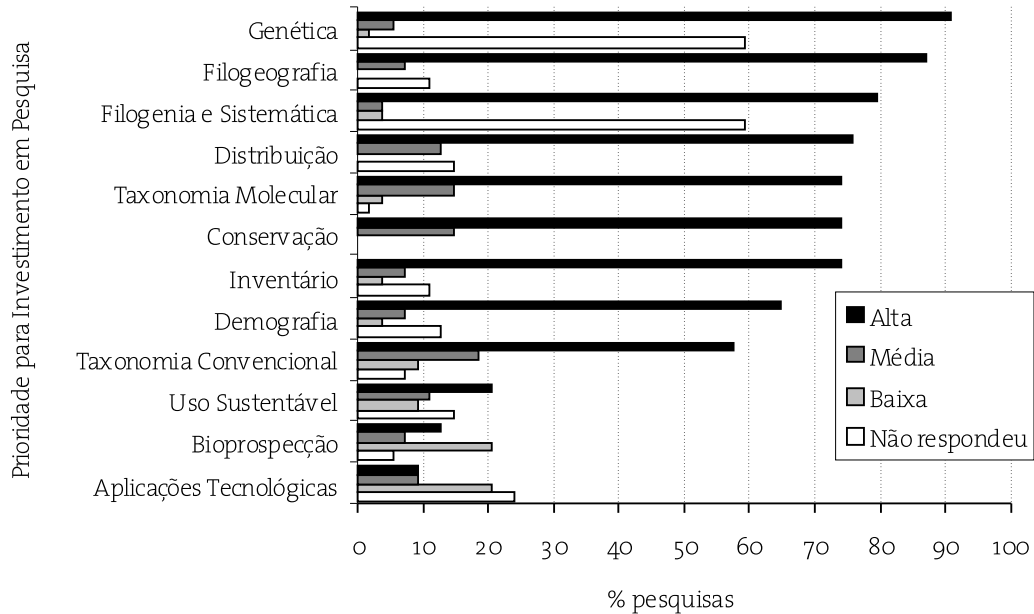
**Figura 16.** Distribuição geográfica das pesquisas prioritárias em Minas Gerais segundo mesorregiões do IBGE, para a área temática Diversidade Genética (N=27).

Sobre o grau de prioridade atual dos financiamentos em relação aos insumos necessários à execução das pesquisas prioritárias para a área temática (Figura 17), os itens Material de Consumo (83%) e Material Permanente, Transporte e Recursos Humanos, com 58%, foram os mais indicados como de alta prioridade. Como média prioridade, destaque para Capacitação Técnica (46%), Passagens e Publicação, com 42% cada.



**Figura 17.** Grau de prioridade atual dos financiamentos relativos aos insumos necessários à execução de pesquisas da área temática Diversidade Genética (N = 24).

Dentre as pesquisas indicadas como prioritárias (Figura 18), destacaram-se como de **alta prioridade** para financiamento aquelas nas linhas de Genética (91%), Filogeografia (87%), Filogenia e Sistemática (80%), Distribuição (76%), Taxonomia Molecular, Conservação e Inventário, com 74%, e Inventário, com 63%. Destacaram também as linhas de Demografia (65%) e Taxonomia Convencional (57%).



**Figura 18.** Grau de prioridade de investimentos de recursos, segundo linhas de pesquisa da área temática Diversidade Genética (N =54).





# Biotecnologia

Christiane Contigli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

## Conceituação

O termo *biotecnologia* (bio = vida, tecno = utilização prática da ciência e logos = conhecimento) é relativamente novo, mas seus princípios são conhecidos há milhares de anos, desde que os primeiros produtos alimentícios foram conscientemente manipulados pelos seres humanos. Nesta biotecnologia primitiva, bactérias, leveduras e enzimas presentes no meio ambiente eram utilizadas para produzir novos alimentos a partir das matérias-primas disponíveis, conferindo-lhes diferentes propriedades sensoriais, nutricionais e de conservação. Ao mesmo tempo, vegetais e animais eram natural e artificialmente selecionados para alimentação, transporte, proteção e outras atividades em benefício dos humanos.

As atividades humanas usando processos biotecnológicos se intensificaram e ampliaram sua gama de aplicações somente a partir do século XIX, com as descobertas de Gregor Mendel sobre hereditariedade e de Louis Pasteur sobre os micro-organismos e, principalmente no século XX, com a descoberta da penicilina por Alexander Fleming, a descrição da conformação estrutural do ácido desoxirribonucleico (DNA) por Watson e Crick e as pesquisas sobre novas aplicações biotecnológicas em saúde e na indústria química. Definia-se, assim, o que hoje é chamado de “Biotecnologia Clássica”, em que o homem utilizava os conceitos de hereditariedade para o melhoramento genético de seres vivos para uso próprio e isolava os componentes naturais de outros seres vivos para a produção de uma infinidade de alimentos, medicamentos, compostos químicos e biológicos.

Um novo ritmo de expansão da biotecnologia iniciou-se a partir da década de 1970, com as contribuições nas áreas de Imunologia e Biologia Molecular (Fonseca, 2006). Os marcos principais foram a tecnologia de produção de hibridomas secretores de anticorpos monoclonais, desenvolvida por César Milstein e Georges Kohler, e a engenharia genética ou tecnologia do DNA recombinante, inicialmente desenvolvida por Stanley Cohen e Herbert Boyer, que consiste na manipulação intencional de ácidos nucleicos para a criação de seqüências gênicas artificiais e dos organismos geneticamente modificados (OGM). Estas ciências permitem atualmente a geração de micro-organismos altamente eficientes na produção de moléculas de interesse, na degradação de resíduos industriais, na recuperação ambiental e outras aplicações na indústria química, alimentícia e farmacêutica; plantas com maiores defesas a doenças e predadores naturais, melhores atributos

nutricionais ou maior produtividade; animais mais resistentes, mais produtivos ou capazes de produzir proteínas humanas; culturas de células eucarióticas para produção de imunorreagentes *in vitro*; biossensores, bioindicadores e produtos para identificação, diagnóstico e monitoramento *in vivo* e *in vitro*; reprodução humana e animal assistida; avanços em bioengenharia tecidual e biomimética (Borojevic, 2006). Os próximos avanços podem levar à manipulação de sequências gênicas para a produção de vacinas de DNA e o uso de células-tronco com aplicações na medicina regenerativa, dentre outras áreas de ponta. Este novo conjunto de atividades produtivas, conhecido como “Biotecnologia Moderna”, não se contrapõe aos métodos biotecnológicos clássicos, mas abre novas oportunidades de aplicação em saúde humana/veterinária, agronegócios, bioenergia e meio ambiente, especialmente para o uso sustentável de nossa biodiversidade.

Na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) realizada no Rio de Janeiro em 1992, da qual o Brasil é um dos signatários, foi estabelecido que Biotecnologia é “qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica”. Esta definição também é adotada pelo Decreto Federal Nº 6.041 de 08 de fevereiro de 2007, que instituiu a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (Brasil, 2007).

Como visto anteriormente, o termo biotecnologia é amplo e possui caráter multidisciplinar, englobando diversas áreas científicas. Segundo a *Nature Biotechnology*, uma das revistas científicas da área mais conceituadas na atualidade, a biotecnologia inclui: engenharia molecular de ácidos nucleicos e proteínas; terapia molecular (genes terapêuticos, sequências “antisense”, siRNAs, aptâmeros, enzimas de DNA e RNA, peptídeos, proteínas); biologia em larga escala (genômica, genômica funcional, proteômica, genômica estrutural, metabolômica etc.); biologia computacional (algoritmos e modelagem), medicina regenerativa (células tronco, engenharia de tecidos, biomateriais); tecnologia de imagem; biotecnologia analítica (sensores/detectores para analitos/macromoléculas), imunologia aplicada (engenharia de anticorpos, xenotransplantes, terapias de células T); biotecnologia de alimentos e de agricultura; e biotecnologia ambiental.

Em termos de políticas públicas ou de economia, a biotecnologia pode ser entendida ainda como um segmento que integra diferentes áreas do conhecimento e de aplicações relacionadas às ciências da vida (genética, biologia molecular, bioquímica, ecologia, microbiologia, parasitologia, imunologia etc.); às ciências humanas (direito, economia, administração etc.); e às ciências exatas e

engenharias (informática, engenharia química etc.). A biotecnologia, portanto, permeia diferentes setores produtivos, tais como indústria de alimentos e bebidas, químico-farmacêutica, ambiental, agroindústria, saúde e outros (segundo o Comitê Gestor do Fundo Setorial de Biotecnologia do Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT). Com uma visão semelhante, Feldbaum (2004) declara que o setor da biotecnologia é constituído tanto pelas atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I) diretamente relacionadas com a geração de produtos e serviços biotecnológicos, quanto pelas atividades de apoio, tais como tecnologia da informação, novos equipamentos, insumos e materiais, e prestação de serviços. Portanto, independentemente da definição que se adote, todas elas transmitem a dimensão da importância atual da biotecnologia para os seres vivos e o meio ambiente, e sua representatividade para a economia mundial.

## **Histórico dos estudos no Brasil e em Minas Gerais**

O Brasil tem forte tradição na área da biotecnologia clássica, especialmente devido à importância econômica do setor de agronegócios. A partir da década de 1980, começaram a ser percebidas, por parte do meio acadêmico, empresarial e político, as vantagens competitivas da biotecnologia moderna. Um forte apoio governamental foi decisivo para o estabelecimento das primeiras empresas de biotecnologia (ABRABI, 2008).

O Brasil é conhecido como o país da megadiversidade (Brandon *et al.*, 2005), e compartilha com outros países cerca de 70% de todos os seres vivos conhecidos. Possui extensos nichos geográficos pouco estudados, com espécies de animais, plantas e micro-organismos ainda desconhecidos da ciência e, conseqüentemente, enorme potencial de aplicações biotecnológicas a serem descobertas e utilizadas de forma sustentável. O valor econômico da biodiversidade brasileira está estimado entre um a vários trilhões de dólares por ano, incluindo-se o ecoturismo, as aplicações farmacêuticas e o uso do patrimônio genético natural (ABRABI, 2008).

Considerando o impacto atual do segmento industrial da biotecnologia na melhoria das condições de vida da população humana e na preservação ambiental, é interessante avaliar quais são os fatores de sucesso para seu desenvolvimento no Brasil e no mundo. O Comitê Gestor do Fundo Setorial de Biotecnologia do MCT (2002) avaliou que nos Estados Unidos existe forte intercâmbio

entre empresas e instituições de pesquisa e universidades, investimento governamental em pesquisa básica e áreas estratégicas, além de investimentos privados em capital de risco, criando condições favoráveis para a criação e manutenção em larga escala de pequenas empresas emergentes de base biotecnológica. Na Europa, embora a relação entre empresas e instituições de pesquisa seja menos integradora, existe financiamento governamental à pesquisa básica e participação do capital de risco em empresas emergentes. No Japão, devido à política recente de incentivos à iniciativa privada, têm surgido empresas principalmente na área de biotecnologia vegetal, que também é foco de universidades e institutos nacionais de pesquisa.

De acordo com o diagnóstico feito em 2004 pela Federação das Indústrias de Minas Gerais (FIEMG) e pelo Instituto Euvaldo Lodi (IEL), são identificáveis cinco instrumentos para o fortalecimento do setor biotecnológico em outros países: 1) apoio ao desenvolvimento de arranjos produtivos espontaneamente constituídos ou indução a sua criação; 2) implantação de infraestruturas tecnológicas e organizacionais de suporte ao empreendedorismo e de aprimoramento da relação universidade/indústria; 3) incentivo à formação de redes de cooperação científico-tecnológica e de laços de interação e identidade; 4) disponibilidade de recursos e investimento de capital de risco; 5) presença de grandes empresas farmacêuticas e químicas atuantes no mercado de produtos das biociências (FIEMG & IEL-MG, 2004b).

Com relação a esses fatores, pode-se afirmar que os três primeiros fazem parte do escopo das atuais políticas públicas em aplicação no Brasil, especialmente em Minas Gerais e em outros Estados mais industrializados e com tradição em ciência e tecnologia, conforme será discutido adiante. Estudos confirmam que têm aumentado de forma significativa os recursos públicos federais e estaduais para P&D&I biotecnológica e, embora mais timidamente, também os investimentos em capital de risco de fontes públicas ou privadas (FIEMG & IEL-MG, 2004a; Fundação Biominas, 2007).

Adicionalmente, para regulamentar a questão da biossegurança em pesquisas biotecnológicas e proteger o patrimônio da biodiversidade brasileira, inclusive do ponto de vista jurídico, foram criadas a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) e o Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN). O CTNBio é uma instância colegiada multidisciplinar que assessora o Governo Federal na definição de normas e procedimentos para as atividades que envolvam a construção, experimentação, cultivo, manipulação, transporte, comercialização, consumo, armazenamento, liberação e descarte de OGM e derivados (CTNBio, 2008). Já o CGEN, instituído

pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), controla o acesso e remessa de material biológico e as atividades de bioprospecção.

Um levantamento sobre empresas de biotecnologia no Brasil, publicado em 2001, indicava que este mercado já era responsável por aproximadamente 3% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional. O mesmo estudo demonstrava um faturamento entre R\$ 5,4 e R\$ 9 bilhões (US\$ 2,3 a US\$ 3,9 bilhões) e a geração de quase 30.000 postos de trabalho em 2000 (Fundação Biominas, 2001). De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia (ABRABI, 2008), somente no setor de agronegócios existe atualmente um nicho de mercado de US\$ 30 bilhões em produtos e serviços biotecnológicos, enquanto que no setor de farmacêuticos e vacinas a biotecnologia representa US\$ 10 bilhões em vendas.

Quanto à existência de grandes empresas de perfil biológico no território nacional, deve ser ressaltado que a maioria delas é de multinacionais com filiais no país, muitas das quais fabricam localmente ou apenas revendem produtos com tecnologia desenvolvida por seus laboratórios no exterior, não estando envolvidas com a inovação no país. Uma exceção é a Monsanto, maior produtora mundial de sementes transgênicas, que possui centros de pesquisa, próprios e associados, no Brasil, embora a pesquisa de ponta seja realizada nos EUA. Outra exceção a ser citada é a empresa dinamarquesa Novo Nordisk, que adquiriu a Biobrás, primeira empresa biotecnológica brasileira, e atualmente mantém um centro de pesquisas em Montes Claros (MG). Podem ser citadas também algumas empresas privadas brasileiras de médio/grande porte que investem em P&D&I próprias: Vallée S.A., atuando na área de produtos veterinários (Montes Claros e Uberlândia, MG); Labtest S.A., produção de kits para diagnóstico clínico humano (Lagoa Santa, MG); Hertape-Callier S.A., produção de vacinas veterinárias (Juatuba, MG); FK Biotec, em imunorreagentes e imunoenaios (Porto Alegre, RS). E, ainda, três importantes empresas públicas associadas a centros de P&D&I: Bio-Manguinhos (Rio de Janeiro), produtora de vacinas, reativos para diagnóstico e biofármacos, vinculada ao maior centro brasileiro de P&D&I em saúde pública, a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ); Instituto Butantan (São Paulo), que desenvolve e produz vacinas, soros e biofármacos; EMBRAPA, maior centro de P&D&I em biotecnologia moderna voltada para agronegócios e saúde animal.

A partir de várias fontes de informação complementares (MCT, 2002; Feldbaum, 2004; Ferrer, 2004; FIEMG & IEL-MG, 2004a; Fundação Biominas 2007; ABRABI, 2008; Rede da Biotecnologia, 2008) é possível traçar o perfil de atuação das empresas de biotecnologia brasileiras e o foco principal das pesquisas desenvolvidas por laboratórios próprios ou em associação com universidades e centros de P&D&I:

*Saúde Humana:* kits de diagnóstico, vacinas e outros produtos terapêuticos; insumos, reagentes e biomoléculas (proteínas recombinantes, anticorpos, e antígenos); materiais para próteses, próteses e dispositivos médicos especializados; curativos e peles artificiais; terapia celular; serviços de aconselhamento genético e reprodução assistida; diagnóstico molecular; identificação de novas moléculas e fármacos; biossensores.

*Saúde Animal:* kits de diagnóstico, vacinas e outros produtos terapêuticos; transferência de embriões; melhoramento genético; clonagem; diagnóstico molecular.

*Agronegócios:* sementes e plantas transgênicas; biodefensivos e biofertilizantes; clonagem de plantas; diagnóstico molecular; melhoramento genético; catalisadores; aquacultura; plantas ornamentais e medicinais; micro-organismos e biomoléculas com aplicação na indústria de alimentos, bebidas e complementos alimentares; alimentos nutracêuticos.

*Meio Ambiente:* biolixiviação para extração de metais com menor impacto; biorremediação; tratamento de resíduos sólidos e efluentes; restauração de áreas degradadas; manejo ambiental; bioindicadores para avaliação da qualidade ambiental; bioenergia e energias renováveis; substituição de produtos derivados de madeira.

O recente estudo da Fundação Biominas (2007) evidenciou que cerca de metade das empresas de biotecnologia do país têm até cinco anos de existência, portanto, são empresas jovens, e o setor está em expansão. Adicionalmente, 75% das empresas brasileiras do setor são micro ou pequenas empresas, com faturamento máximo de R\$ 1 milhão/ano. A importância fundamental das incubadoras nesta área de atuação é evidenciada pelo número de empresas incubadas: 35,2% no Brasil e 24% em Minas Gerais. A mais importante incubadora em Biotecnologia do Estado é a Habitat, gerenciada pela própria Fundação Biominas.

Quanto ao grau de inovação tecnológica, medido pelo número de patentes, apenas 15,5% das empresas de biotecnologia brasileiras têm patentes depositadas nacionalmente, de acordo com dados levantados pela Fundação Biominas (2007) no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI). O estudo sugere que muitas das patentes sejam de propriedade de instituições de pesquisa e seus pesquisadores e por isso não estão sendo computadas.

Minas Gerais e São Paulo destacam-se como os principais centros biotecnológicos do país, concentrando a maioria das instituições de ensino e pesquisa científico-tecnológica e 71,8% das empresas de biotecnologia (Fundação Biominas, 2007). Apesar do maior número de empresas de biotecnologia se localizar em São Paulo (n=30; 42,3% do país), em Minas (n=21; 29,6% do país) existe uma alta concentração regional, caracterizando a formação de polos (*clusters*). O polo de biotecnologia mineiro foi considerado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) o mais importante polo de biotecnologia da América Latina, com destaque também no cenário mundial. Fatores importantes para o sucesso destas regiões no desenvolvimento de produtos e serviços biotecnológicos são a biodiversidade e a abundância de recursos naturais, a existência de mão-de-obra qualificada, a excelência das pesquisas desenvolvidas em importantes instituições de C&T e a integração das empresas com todo esse ambiente (Fundação Biominas, 2001, 2007).

## A biotecnologia em Minas Gerais

Conforme demonstrado na Tabela 1, em Minas Gerais há pelo menos 21 empresas que fornecem produtos ou serviços biotecnológicos, destacando-se a região metropolitana de Belo Horizonte como o maior polo de biotecnologia estadual (52,4% das empresas mineiras) e nacional (15,49% das empresas brasileiras), de acordo com a Fundação Biominas (2007).

**Tabela 1.** Distribuição das empresas de biotecnologia em Minas Gerais.

MUNICÍPIO E MICRORREGIÃO	NÚMERO	PROPORÇÃO/CIDADE
Belo Horizonte	11	52,4%
Uberaba	2	9,5%
Uberlândia	4	19,1%
Viçosa	2	9,5%
Itajubá	1	4,8%
Poços de Caldas	1	4,8%
Total	21	100,0%

Fonte: Fundação Biominas (2007)



O perfil das empresas mineiras, com relação a sua atuação, também foi avaliado pela Fundação Biominas (2007): 28,6% têm atividades relacionadas com Meio Ambiente (incluindo bioenergia), 23,8% em Saúde Animal, 19% em Agronegócios, 14,3% em Saúde Humana e o restante em Insumos para biotecnologia ou atuação em mais de uma área. Frente ao cenário nacional, é percebida apredominância das empresas mineiras em Meio Ambiente e Saúde Animal, já que apenas 18,3% do total de empresas de biotecnologia brasileiras atuam especificamente em cada uma dessas áreas. Há, em contrapartida, potencial de crescimento em Agronegócios e Saúde Humana, aproveitando inclusive as interseções com as áreas predominantes. Outra área que pode ser expandida é de Insumos, dominada atualmente pelo Estado de São Paulo. Essa é, inclusive, uma das dificuldades para a atuação das empresas de biotecnologia e pelas instituições de P&D, visto que grande parte dos insumos é importado de outros países.

As empresas de biotecnologia no território mineiro estão concentradas em três polos principais, que evoluíram para a formação de Arranjos Produtivos Locais (APL's), apoiados tanto por entidades da iniciativa privada (FIEMG, IEL-MG, SEBRAE, sindicatos) quanto pelo Governo de Minas Gerais (através, por exemplo, do Projeto Estruturador dos APL's coordenado pela Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior - SECTES). São eles: APL de Biotecnologia da Região Metropolitana de Belo Horizonte – APL BIOTEC RMBH; APL de Biotecnologia do Triângulo Mineiro e Alto do Paranaíba – APL Biotecnologia TMAP; e APL de Biotecnologia de Viçosa – APL Viçosa.

A principal área de atuação do APL BIOTEC RMBH é biotecnologia aplicada à saúde humana, onde são desenvolvidos e produzidos kits para diagnóstico bioquímicos e imunológicos, novas metodologias para diagnóstico molecular, válvulas cardíacas e próteses oftalmológicas, biomateriais para reconstrução óssea, fitoterápicos, biomoléculas. Com foco em saúde animal e agronegócios, são produzidos vacinas e medicamentos veterinários, e desenvolvidas tecnologias avançadas de transferência de embriões e bioestimuladores agrícolas. Em biotecnologia ambiental, as empresas do APL atuam em bioprocessos para aproveitamento e tratamento dos resíduos da mineração de ouro e outros minerais estratégicos, biorremediadores e tratamento biológico de efluentes (APL BIOTEC RMBH, 2008).

Os polos de biotecnologia do Triângulo Mineiro e de Viçosa têm, como focos principais de atuação em meio ambiente: inovações em bioenergia, biorremediação e uso sustentável da biodiversidade

mineira. Em biotecnologia aplicada ao agronegócio e à saúde animal, atuam em melhoramento genético animal/vegetal, melhoramento e aproveitamento de subprodutos de indústrias alimentícias, bioinseticidas e biofertilizantes. Na área de saúde humana, produzem fitoterápicos e produtos naturais, e desenvolvem pesquisas em fármacos, imunorreagentes, vacinas, biossensores e produtos para diagnóstico.

A maior parte das empresas mineiras, assim como ocorre em todo o Brasil, não possui laboratórios de pesquisa próprios, mas várias mantêm associações com instituições e centros de P&D&I para expandir e inovar suas linhas de produtos e serviços. Somente em Minas Gerais existem 55 grupos de instituições de P&D, cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que declaram atuar diretamente no desenvolvimento de produtos com aplicação biotecnológica (DGP-CNPq, 2008), conforme descrito na Tabela 2. Provavelmente este número está subestimado, visto que este cadastramento não é obrigatório.

**Tabela 2.** Distribuição dos grupos de pesquisa em biotecnologia, nas diferentes áreas do conhecimento, em Minas Gerais.

ÁREA DO CONHECIMENTO*	NÚMERO DE GRUPOS DE PESQUISA **	PORCENTAGEM/ÁREA	SETORES DE ATUAÇÃO
Ciências agrárias	29	52,7%	Agronegócio, Saúde animal, Meio ambiente
Ciências biológicas e da saúde	18	32,7%	Saúde humana/animal, Meio ambiente, Agronegócio
Ciências exatas e da terra	5	9,1%	Meio ambiente, Agronegócio, Saúde humana/animal
Engenharias	3	5,5%	Meio ambiente, Saúde humana, Agronegócio
Total	55	100,0%	

Fonte: Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2008);

\* conforme enquadramento do CNPq;

\*\* palavra-chave de busca: biotecnologia.

## Produtos e serviços

As dificuldades encontradas para obter informações precisas e completas sobre as pesquisas em biotecnologia e, adicionalmente, o baixo retorno dos pesquisadores que responderam à “Consulta Ampla” disponibilizada *on line* pela Fundação Biodiversitas, demonstraram a falta de interação entre pesquisadores nesta área de atuação e a escassez de dados sobre as atuais pesquisas, especialmente aquelas relacionadas às biodiversidades mineira e brasileira. Utilizando outras fontes de dados, foi possível delinear superficialmente os temas das pesquisas direcionadas ao desenvolvimento ou aprimoramento de produtos e serviços biotecnológicos envolvendo táxons da biodiversidade mineira (Tabela 3).

**Tabela 3.** Produtos e serviços biotecnológicos envolvendo táxons da biodiversidade de Minas Gerais.

TÁXONS			PRODUTOS E SERVIÇOS	
MICRO-ORGANISMOS	FLORA	FAUNA	BIOMOLÉCULAS	BIOFUNÇÕES / BIOPROCESSOS
<i>Chromobacterium violaceum</i>	-	-	biopolímero	produção de plásticos biodegradáveis
<i>Trametes villosa, Pycnoporus sanguineus</i>	-	-	enzimas p/ inativação de corantes têxteis	tratamento de efluentes têxteis
Fungos e bactérias	-	-	surfactantes	biocombustíveis
Fungos	-	-	lipases	ind. alimentícia; biocombustíveis
<i>Saccharomyces cerevisiae, Metschnikowia continentalis, Candida riodecensis, Candida cellae, Wickerhamiella cacticola, Wickerhamiella occidentalis, Candida batistae, Starmerella bombicola, Candida floscolorum, Candida azymoides, Zygosaccharomyces machadoi, Schizosaccharomyces pombe, Geotrichum silvicola, Candida ipomoeae,</i> outros fungos filamentosos	-	-	fármacos enzimas	medicina, produção de biocombustíveis, ind. alimentícia

continua >

continuação

TÁXONS			PRODUTOS E SERVIÇOS	
MICRO-ORGANISMOS	FLORA	FAUNA	BIOMOLÉCULAS	BIOFUNÇÕES / BIOPROCESSOS
<i>Rhizoctonia</i> spp., <i>Ceratorhiza</i> spp., <i>Epulorhiza</i> spp., outros fungos	-	-	-	fixação de nitrogênio para agricultura
Bactérias e leveduras de produtos fermentados	-	-	enzimas, moléculas com atividade antagonista	fermentação natural, conservação de alimentos
Ascomycota e Basidiomycota	-	-	-	controle de pragas na agricultura
Comunidade de micro-organismos de solos	-	-	-	prospecção, bioindicadores de contaminação de solos por hidrocarbonetos
Comunidades bacterianas de áreas de preservação	-	-	-	prospecção, preservação da biodiversidade
Fungos endofíticos	<i>Lychnophora pinaster</i> L., <i>Prestonia tomentosa</i> , <i>Eremanthus erythropappus</i> , <i>Baccharis</i> sp	-	substâncias antimicrobianas, antiparasitárias e antitumorais e outros fármacos  moléculas com atividade antagonista	medicamentos para doenças infecciosas, parasitárias e câncer  controle biológico de pragas
<i>Epulorhiza</i> spp., <i>Ceratorhiza</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp.	Orchidaceae	-	-	cultivo ornamental, preservação

continua &gt;

continuação

TÁXONS			PRODUTOS E SERVIÇOS	
MICRO-ORGANISMOS	FLORA	FAUNA	BIOMOLÉCULAS	BIOFUNÇÕES / BIOPROCESSOS
-	Verbenaceae	-	-	fitoquímica
-	Bromeliaceae	-	-	cultivo ornamental, preservação
-	<i>Annona crassiflora</i> , <i>Annona cornifolia</i> , <i>Rollinia laurifolia</i>	-	Acetogeninas	atividade citotóxica
-	Maytenus gonoclada	-	3-Oxo-12-alfa-hydroxyfriedelano	atividade citotóxica
-	Vegetais taníferos	-	moléculas com atividade antagonista	controle biológico de pragas
-	Macrófitas aquáticas	-	enzimas p/ degradação de Hg	descontaminação de ambientes aquáticos
-	Annonaceae, Melastomataceae, Asteraceae	-	-	fármacos, biocombustíveis
-	<i>Dimorphandra mollis</i>	-	rutina	tratamento de doenças circulatórias
-	<i>Baccharis trimera</i> , <i>B. dracunculifolia</i> , <i>B. concinna</i>	-	moléculas com atividade antagonista e imunológica	atividade imunológica; atividade antibacteriana
-	-	zoo-plâncton; <i>Limnoperma fortunei</i> - espécie invasora	-	controle de espécie invasora

continua &gt;

continuação

TÁXONS			PRODUTOS E SERVIÇOS	
MICRO-ORGANISMOS	FLORA	FAUNA	BIOMOLÉCULAS	BIOFUNÇÕES / BIOPROCESSOS
-	-	<i>Bothrops</i> sp	antígenos espécie-específicos, antifúngicos	identificação de acidentes ofídicos, tratamento de infecções fúngicas
Eukaria, Archaea e Bacteria	Eukaria	Eukaria	-	bancos de DNA, prospecção, conservação da biodiversidade

Fontes: Consulta Ampla realizada pela Fundação Biodiversitas & SECTES; Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq (2008); APL BIOTEC RMBH (2008); APL Biotecnologia TMAP (2008); APL Biotecnologia Viçosa (2008).

## Articulações

Tem se consolidado como uma tendência mundial a formação de grupos de pesquisadores de diferentes instituições e formações multidisciplinares, que se articulam em redes físicas ou virtuais para compartilhar recursos de pesquisa e conhecimentos. Em países como o Brasil, onde os investimentos em P&D são até certo ponto limitados, se comparados com Europa e Estados Unidos, o estímulo à formação de redes permite induzir e consolidar grupos de excelência, disseminando o conhecimento e otimizando os recursos para pesquisa.

O Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação do MCT vem promovendo sucessivos programas, como o Programa Nacional de Biotecnologia (PRONAB), o Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), o Programa de Núcleos de Excelência (PRONEX) e os Institutos do Millenium, que permitiram a nucleação de importantes grupos atuando em biotecnologia. Agências Estaduais de Fomento a Pesquisa (FAPs) também têm realizado investimentos significativos na área. Em Minas Gerais, desde 2005 a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) mantém o Programa de Apoio às Redes de Pesquisa Científica e Tecnológica de Minas Gerais. Atualmente estão cadastradas na instituição oito redes, todas com atuação relevante

em biotecnologia (Tabela 4). Além disso, a agência tem outras modalidades de incentivo à formação de equipes multidisciplinares, como o Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX), em parceria com o CNPq, direcionado a grupos formados por pesquisadores de diferentes instituições, reconhecidos pela excelência na atuação em pesquisas científicas. Na última seleção deste programa (2006), foram aprovados 25 projetos, dos quais 21 tinham como foco a biotecnologia, sendo pelo menos seis em biotecnologia ambiental (FAPEMIG, 2008).

**Tabela 4.** Redes de Pesquisa Científica e Tecnológica de Minas Gerais apoiadas pela FAPEMIG.

REDE	INSTITUIÇÃO GESTORA	INSTITUIÇÕES INTEGRANTES	PESQUISADOR COORDENADOR
Rede de Pesquisa em Oncologia de Minas Gerais	UFTM	UFTM, UFMG, UFU	Eddie F.C. Murta
Rede Genoma de Minas Gerais	Centro de Pesquisa Renè Rachou (CPqRR)/FIOCRUZ	UFOP, EMBRAPA Milho e Sorgo, UFMG, UFV, UFLA, UFU	Guilherme C. Oliveira
Rede Mineira de Biomoléculas	FUNDEP - Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa	FIOCRUZ, FUNED, UFOP, UFV, UFU, Fundação HEMOMINAS	Ricardo T. Gazzinelli
Rede Mineira de Biotecnologia para o Agronegócio	FUNARBE	EMBRAPA Milho e Sorgo, EMBRAPA Gado de Leite, EPAMIG, UFMG, UFU, UFLA, UFV, CPqRR	Antônio A.C. Pursino
Rede Mineira de Bioterismo	UFJF	UFJF, UFLA, FUNED, UFMG, CPqRR, UFOP, UFV, UFSJ	Vera M. Peters
Rede Mineira de Farmacologia e Toxicologia	UFJF	UNIFENAS, UFJF, UFV, UFLA, UFOP	Vera M. Peters
Rede Mineira de Nanobiotecnologia	Fundação Christiano Ottoni	UFMG, UFOP, CETEC, FUNED	Luiz G.V. Coelho
Rede Mineira de Propriedade Intelectual	UFV	UFV, UFMG, UFJF, UFSJ, UFLA, FUNED, UFU, UFOP, UNIFEI, UVJM, UFTM, UNIFAL, UNIMONTES, UEMG, CEFET-MG, CETEC, FIOCRUZ, FHEMIG, EPAMIG, FAPEMIG, BIOMINAS, FIEMG, IEL e INPI	Elza F. Araújo

Fonte: FAPEMIG (2008).

Mais recentemente, têm sido incentivadas, através de editais de fomento do CNPq e FAPEMIG, parcerias entre empresas e instituições ou centros de P&D&I. São disponibilizados recursos para a implantação de linhas de desenvolvimento e inovação de produtos, bem como para a inserção de pesquisadores com alta qualificação (Mestrado e Doutorado) nas empresas. Estas iniciativas buscam não só incentivar as parcerias públicas e privadas para a inovação, mas também aumentar a capacitação científico-tecnológica das empresas que não têm setores de P&D próprios.

## Principais Instituições e Entidades envolvidas com a área de Biotecnologia em Minas Gerais

As principais Instituições do Estado de Minas Gerais com atuação em pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica em biotecnologia estão listadas na Tabela 5.

**Tabela 5.** Instituições de P&D&I Tecnológica na área de biotecnologia, em Minas Gerais.

INSTITUIÇÃO	SIGLA	LOCALIZAÇÃO	TIPO
Centro de Pesquisas Renè Rachou - FIOCRUZ	CPqRR	Belo Horizonte	Pública Federal
Centro Universitário Federal de Alfenas	UNIFENAS	Alfenas	Pública Federal
Embrapa Gado de Leite	EMBRAPA	Juiz de Fora	Pública Federal
Embrapa Milho e Sorgo	EMBRAPA	Sete Lagoas	Pública Federal
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais	EMATER	Várias	Pública Estadual
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais	EPAMIG	Belo Horizonte	Pública Estadual
Faculdades Federais Integradas de Diamantina		Diamantina	Pública Federal
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais	CETEC	Belo Horizonte	Pública Estadual
Fundação Ezequiel Dias	FUNED	Belo Horizonte	Pública Estadual

continua >



continuação

<b>INSTITUIÇÃO</b>	<b>SIGLA</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>	<b>TIPO</b>
Fundação Hemominas Hemocentro de Belo Horizonte	HEMOMINAS	Belo Horizonte e outras	Pública Estadual
Instituto Mineiro de Agropecuária	IMA	Várias	Pública Estadual
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	PUC Minas	Belo Horizonte e outras	Privada
Universidade Estadual de Minas Gerais	UEMG	Belo Horizonte e outras	Pública Estadual
Universidade Estadual de Montes Claros	UNIMONTES	Montes Claros	Pública Estadual
Universidade Federal de Alfenas	UNIFENAS	Alfenas	Pública Federal
Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	Juiz de Fora	Pública Federal
Universidade Federal de Lavras	UFLA	Lavras	Pública Federal
Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	Belo Horizonte	Pública Federal
Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP	Ouro Preto	Pública Federal
Universidade Federal de São João Del Rey	UFSJ	São João D'el Rey	Pública Federal
Universidade Federal do Triângulo Mineiro	UFTM	Uberaba	Pública Federal
Universidade Federal de Uberlândia	UFU	Uberlândia	Pública Federal
Universidade Federal de Viçosa	UFV	Viçosa	Pública Federal

Fonte: pesquisa em sites de busca.

As principais entidades que apóiam empresas de biotecnologia, no Estado de Minas Gerais, estão listadas na Tabela 6. O Instituto Euvaldo Lodi/FIEMG e a Fundação Biominas são os mais expressivos na promoção de parcerias entre empresas privadas e instituições de P&D&I tecnológica em biotecnologia. Destaca-se ainda a Associação Brasileira de Empresas de Biotecnologia (ABRABI), entidade particular sem fins lucrativos, fundada em 1986 por oito empresas de biotecnologia. Essa associação se dedica à promoção de negócios com ênfase em biotecnologia moderna, bem como no avanço da ciência biomédica e no desenvolvimento da cadeia produtiva como um todo. Também têm muita relevância os Arranjos Produtivos Locais em Biotecnologia da RMBH (APL BIOTEC

RMBH), do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (APL Biotecnologia TMAP) e de Viçosa (APL Viçosa), que congregam empresas de biotecnologia com foco em Saúde Humana e Animal, Agronegócios e Meio Ambiente, e contam com o apoio de associações da indústria e entidades governamentais.

**Tabela 6.** Entidades de apoio na área de biotecnologia, em Minas Gerais.

ENTIDADE	SIGLA	LOCALIZAÇÃO	TIPO
Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia	ABRABI	Belo Horizonte	Privada
Arranjo Produtivo Local de Biotecnologia da Região Metropolitana de Belo Horizonte	APL BIOTEC RMBH	Belo Horizonte e região metropolitana (Contagem, Lagoa Santa, Ribeirão das Neves, Sabará, Santa Luzia, Vespasiano), Varginha e Itabira,	Privada
Arranjo Produtivo Local de Biotecnologia do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	APLTM	Araguari, Patos de Minas, Uberaba, Uberlândia	Privada
Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais	FIEMG	Belo Horizonte	Privada
Fundação Biominas	BIOMINAS	Belo Horizonte	Privada
Instituto Euvaldo Lodi – Núcleo Regional de Minas Gerais	IEL-MG	Belo Horizonte	Privada
Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas de Minas Gerais	SEBRAE-MG	Belo Horizonte (sede)	Federal
Sindicato das Indústrias de Produtos Farmacêuticos e Químicos das Indústrias no Estado de Minas Gerais	SINDUSFARQ	Belo Horizonte	Privada

É importante indicar também os principais órgãos reguladores da área de biotecnologia no Brasil, conseqüentemente com atuação em Minas Gerais (Tabela 7).

**Tabela 7.** Órgãos reguladores da atividade biotecnológica, em Minas Gerais e no Brasil.

ENTIDADE	SIGLA	LOCALIZAÇÃO	TIPO
Agência Nacional de Vigilância Sanitária	ANVISA	Brasília	Federal
Associação Nacional de Biossegurança	ANBIO	Brasília	Federal
Comissão Técnica Nacional de Biossegurança	CTNBio	Brasília	Federal
Fundação Estadual do Meio Ambiente	FEAM	Belo Horizonte	Estadual
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis	IBAMA	Brasília	Federal
Instituto Estadual de Florestas	IEF	Belo Horizonte	Estadual
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento	MAPA	Brasília	Federal
Ministério de Ciência e Tecnologia	MCT	Brasília	Federal
Ministério do Meio Ambiente	MMA	Brasília	Federal

## Rede de Informações em Biotecnologia

Com o objetivo de dar suporte às decisões dos diferentes agentes públicos e privados envolvidos com os diversos setores de P&D&I em biotecnologia, as principais entidades de apoio a esta atividade têm instituído redes de informação para gerenciamento, análise e distribuição de informações e dados sobre o tema.

A Fundação Biominas mantém a Bionet ([www.biominas.org.br/bionet](http://www.biominas.org.br/bionet)), uma rede de contatos profissionais com interesses em novas oportunidades de negócios em biotecnologia. Também divulga o Bioguide ([www.bioguide.org.br/bioguide](http://www.bioguide.org.br/bioguide)), um guia de orientações *on-line* para empreendedores e pesquisadores interessados em iniciar um negócio em biotecnologia, com *links* para artigos, estudos, pesquisas e literatura sobre o assunto.

O sistema FIEMG e o IEL-BH, com o objetivo de promover uma rede de competências congregando empresários, instituições e pesquisadores com atuação em biociências, mantêm a Rede da Bioindústria (<http://www.fiemg.org.br/Default.aspx?tabid=4493>), também associada ao APL Biotec RMBH.

Em nível nacional, existe o Conselho de Informações sobre Biotecnologia - CIB ([www.cib.org.br/index.php](http://www.cib.org.br/index.php)), organização não governamental e associação civil sem fins lucrativos, que divulga informações técnico-científicas sobre a biotecnologia e suas aplicações, para os públicos leigo e especializado.

## **Propostas de Ações para o Desenvolvimento da Biotecnologia em Minas Gerais**

Embora tenha sido bastante restrito o número de pesquisadores (n=28) do Estado de Minas Gerais, com estudos sobre a biodiversidade mineira com enfoque biotecnológico, que respondeu à “Consulta Ampla”, estes dados preliminares indicam quais são os recursos considerados de alta relevância para a pesquisa na área, indicados abaixo:

1. Material permanente e recursos humanos: 63,64% dos entrevistados (n=7/11) definiram estes itens como altamente prioritários para as pesquisas biotecnológicas;
2. Infraestrutura, material de consumo e capacitação de pessoal: 54,55% dos entrevistados (n=6/11) indicaram estes itens como altamente prioritários;
3. Transporte e financiamento de publicações: 36,36% dos participantes (n=4/11) definiram como alta prioridade;
4. Passagens: apenas 18,18% (n=2/11) indicaram como alta prioridade e 45,45% (n=5/11) como média prioridade.

Também foram questionados com relação ao tipo de pesquisas prioritárias para suas áreas de atuação:

1. Bioprospecção, uso sustentável e aplicações tecnológicas foram considerados como altamente prioritárias por 83,33% dos pesquisadores (n=10/12);
2. Estudos para conservação da biodiversidade foram indicados como extremamente prioritários por 75% dos pesquisadores (n=9/12);
3. Inventários das espécies também foram considerados altamente relevantes para 50% dos entrevistados (n=6/12);

4. Filogeografia e Taxonomia convencional foram considerados relevantes apenas para 25% (n=3/12);
5. Distribuição populacional, Taxonomia molecular e Filogenia e sistemática só foram considerados relevantes para 16,67% (n=2/12).

Quanto ao estado da arte do desenvolvimento tecnológico (bioprospecção, uso e biotecnologia) em Minas Gerais, os pesquisadores (n=21) consideraram os seguintes focos principais:

1. fármacos;
2. meio ambiente;
3. biocombustíveis;
4. indústria alimentícia.

Embora os resultados da Consulta Ampla não tenham sido abrangentes nem conclusivos para a área de biotecnologia, estão sendo propostas várias ações gerais para o uso sustentável da biodiversidade mineira com potencial para o desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos. Na Tabela 8 estão delineadas as metas específicas para a área de biotecnologia, propostas para o “Programa Biota Minas”.

**Tabela 8.** Metas para o Programa Biota Minas relativas ao uso sustentável da biodiversidade mineira com potencial biotecnológico.

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
Conhecimento do potencial biotecnológico da biota microbiana de Minas Gerais	Permitir a exploração científica e tecnológica da biodiversidade microbiana de Minas Gerais para desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos	Existência de profissionais com competência científica na área do conhecimento específico	Incentivo e financiamento a projetos de P&D&I tecnológica
Criação e ampliação das coleções biológicas com potencial biotecnológico no Estado de Minas Gerais	Tornar as coleções biológicas estaduais adequadas para recebimento e manutenção dos espécimes coletados (micro-organismos, DNA, células e tecidos, germoplasma, extratos, moléculasetc.), permitindo estudos de aplicações biotecnológicas	Existência de coleções biológicas em Minas Gerais	Recursos para implantação, adequação e ampliação das instalações; aquisição de material permanente e de consumo; capacitação e contratação de pessoal para manutenção dos acervos
Integração em rede das coleções biológicas com potencial biotecnológico, públicas e privadas de Minas Gerais	Tornar disponível em rede (internet) os dados das coleções biológicas sediadas em Minas Gerais, permitindo estudos de aplicações biotecnológicas	Existência de coleções biológicas em Minas Gerais	Informatização dos acervos através de softwares adequados
Conhecimento científico das espécies da microbiota, fauna e flora ameaçadas de Minas Gerais	Ampliar o conhecimento acerca das espécies ameaçadas, de forma a poder intervir efetivamente na sua conservação	Listas de espécies ameaçadas em Minas Gerais	Estudos direcionados ao entendimento da dinâmica biológica e populacional, uso tradicional e potencial biotecnológico dessas espécies; parceria com instituições que possuam programas de fomento voltados às espécies ameaçadas e ao uso sustentável da biodiversidade

&gt;&gt;&gt;

CUSTOS A SEREM COBERTOS*	PRODUTOS	INDICADORES	PRAZOS
Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + viagens + bolsas + publicações + serviços	Inventários científicos, publicações, produtos e processos biotecnológicos	Nº inventários realizados; nº de artigos publicados; nº espécies descritas; nº de pedidos de proteção intelectual registrados, nº de produtos e processos biotecnológicos desenvolvidos	Médio/longo
Bolsas + infra-estrutura + equipamento + material de consumo	Coleções biológicas funcionais e aptas para registro e manutenção do material coletado no Estado	Taxa anual de incremento do acervo	Curto/médio
Serviços especializados + equipamento + treinamentos + bolsas	Banco de dados contendo o acervo da instituição	Nº de registros disponibilizados anualmente na rede	Médio
Equipamento + diárias + material de consumo + bolsas + publicações	Publicação de estudos desenvolvidos com essas espécies	Programas de conservação e manejo implantados; nº de espécies estudadas	Curto/médio/ longo

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

<b>METAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>PRESSUPOSTOS</b>	<b>MEIOS</b>
Conhecimento da diversidade genética das espécies da biota de Minas Gerais	Integrar o conhecimento científico sobre a biota de Minas Gerais, promovendo conservação, manejo e uso sustentável da biodiversidade existente	Listas de espécies de Minas Gerais; política de incentivo ao conhecimento da biodiversidade nas UC's localizadas no Estado; existência de profissionais com competência científica nas diversas áreas do conhecimento da biota	Financiamento de projetos de pesquisa multidisciplinares
Uso sustentável de espécies nativas de Minas Gerais com potencial biotecnológico	Conservação da diversidade de espécies com potencial biotecnológico em Minas Gerais	Existência de lista de espécies de uso atual e potencial em Minas Gerais	Incentivo a pesquisas com espécies nativas de Minas Gerais de uso biotecnológico atual ou potencial
Criação de um Centro de Referência de Dados do Biota Minas	Tornar acessíveis para a sociedade os conhecimentos sobre biodiversidade e potencial biotecnológico	Instituição com profissionais capacitados e estrutura computacional capaz de gerenciar e armazenar a informação sobre biodiversidade de Minas Gerais	Desenvolvimento de ferramentas e mecanismos para reunião e distribuição dos dados; parcerias/intercâmbios com instituições que possuam expertise relacionada que possa ser compartilhada
Divulgação do conhecimento sobre a biodiversidade e o potencial biotecnológico da biota de Minas Gerais	Tornar acessíveis para a sociedade os conhecimentos sobre biodiversidade e potencial biotecnológico	Informações sobre biodiversidade e potencial biotecnológico ordenadas e disponíveis para publicação	Financiamento de publicações padronizadas acerca de biodiversidade e biotecnologia em Minas Gerais
Criação do Centro de Recursos Genéticos de Componentes da Biodiversidade de Minas Gerais - GENBiota-MG	Armazenar e disponibilizar, para a comunidade científica e empresas, amostras da biodiversidade mineira para pesquisa e/ou desenvolvimento de produtos e processos biotecnológicos; promover a agregação de valor científico e biotecnológico à biodiversidade	Enorme potencial biotecnológico dos componentes da biodiversidade mineira; interesse da comunidade científica e das empresas de biotecnologia no acesso aos componentes da biodiversidade; existência de uma política estadual que normatize o acesso aos recursos	Integração das coletas para fins biológicos/taxonômicos, fornecendo infraestrutura e apoio logístico para a coleta em paralelo, visando o preparo de material biológico e depósito no GENBiota-MG; integração com os bancos de dados do BIOTA-MG; Planejamento e implantação física do GENBiota-MG

\* Nomenclatura FAPEMIG



&gt;&gt;&gt;

CUSTOS A SEREM COBERTOS*	PRODUTOS	INDICADORES	PRAZOS
Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + viagens + bolsas + publicações + serviços	Indicações de manejo; publicações; inventários; pedidos de proteção intelectual; produtos e processos biotecnológicos	Nº espécies beneficiadas e de programas implementados; instrumentos legais criados para promover a conservação e o uso das espécies; nº de pedidos de proteção intelectual, nº de produtos e processos biotecnológicos desenvolvidos	Médio/longo
Pessoal + equipamento + diárias, bolsas de estudo, publicações	Planos de manejo das espécies; publicações; inventários; pedidos de proteção intelectual; produtos e processos biotecnológicos	Nº de cadeias produtivas organizadas; políticas de incentivo econômico criadas; nº de pedidos de proteção intelectual, nº de produtos e processos biotecnológicos desenvolvidos	Médio/longo
Equipamento + diárias + serviços	"Bancos de dados" contendo os acervos das instituições e o conhecimento sobre a biodiversidade e potencial biotecnológico de Minas Gerais	Existência de uma rede interligada e funcional; nº de consultas aos bancos de dados disponibilizados na rede	Permanente
Pessoal + equipamento + serviços	Publicação de livros, revistas, boletins e outros meios impressos e eletrônicos abordando a biodiversidade e o potencial biotecnológico de Minas Gerais	Nº de publicações disponibilizadas	Médio/longo
Instalações (construção ou adaptação) + pessoal + equipamento + material de consumo + acesso aos bancos dados + viagens + bolsas + serviços	Material biológico acessível através de contratos apropriados; registro, proteção e disponibilização dos dados gerados; mapeamento do potencial biotecnológico da biodiversidade mineira	Nº de amostras biológicas depositadas; nº de acessos ao Centro; nº de publicações, produtos e processos biotecnológicos decorrentes do estudo de amostras depositadas	Permanente

## **Planejamento estratégico detalhado para a política tecnológica e seus respectivos mecanismos de indução**

Com o objetivo de consolidar a bioindústria nacional, através do Decreto Nº 6.041, de 8 de fevereiro de 2007, o Governo Federal lançou a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia (PDB), ancorada como área estratégica e prioritária na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior e na Política de Desenvolvimento Produtivo - PITCE/PDP (Brasil, 2007). Para coordenar a PDB, também foi criado, neste decreto, o Comitê Nacional de Biotecnologia (CNB), formado por membros do setor público envolvidos direta ou indiretamente com a biotecnologia ou com o delineamento de políticas públicas, incluindo regulação e propriedade intelectual. Para assessorá-lo foi constituído o Fórum de Competitividade de Biotecnologia, com representantes do governo (MDIC, MCT, MS, MAPA), de empresários, de instituições de apoio e de instituições de ensino.

Com ações alinhadas à PITCE e à PDB do governo federal, e buscando o desenvolvimento regional, o governo do Estado de Minas Gerais, através do Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado, instituiu 30 Projetos Estruturadores, gerenciados pelas secretarias de estado ou órgãos associados. Coordenado pela SECTES, o Projeto de Apoio aos Arranjos Produtivos Locais incentiva a formação do APL de Biocombustíveis ou Bioenergia e a estruturação dos três polos de biotecnologia existentes no Estado na forma de APLs de Biotecnologia. Outro projeto importante é a Rede de Inovação Tecnológica, diretamente relacionada com a área biotecnológica.

## **Financiamento**

Além do apoio à formação de redes e núcleos multidisciplinares, nos últimos anos o setor de biotecnologia tem recebido forte incentivo financeiro com os seguintes objetivos: pesquisas visando desenvolvimento de novos produtos e processos de interesse nacional na área de saúde humana/veterinária, meio ambiente (incluindo bioenergia) e agronegócios; transferência de tecnologias e inovações tecnológicas nas empresas; ampliação do parque tecnológico, com criação de novas empresas e ampliação das linhas de atuação das empresas existentes; formação de recursos humanos e incentivo à inserção de pesquisadores nas empresas; incentivo a parcerias público-privadas entre instituições de pesquisa e empresas.

Os principais financiadores nacionais das atividades em biotecnologia são listados na Tabela 9.

**Tabela 9.** Principais financiadores da atividade biotecnológica, em Minas Gerais e no Brasil.

ENTIDADE	TIPO	PRINCIPAIS FORMAS DE FINANCIAMENTO
Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES	Pública federal	Programas Agropecuários Programas Industriais Programa Criatec Fundo Tecnológico - FUNTEC Fundo de Estruturação de Projetos (FEP) – Pesquisa científica e Prospecção Chamadas públicas direcionadas
Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP	Pública federal	Projeto Inovar Subvenção econômica Fundos Setoriais
Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq	Pública federal	Formação de recursos humanos Financiamento de projetos de pesquisa em todos os setores da biotecnologia e biociências Cooperação científica nacional/internacional
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes	Pública federal	Formação de recursos humanos Cooperação científica internacional
Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG	Pública estadual	Formação de recursos humanos Financiamento de projetos de pesquisa em todos os setores da biotecnologia e biociências Cooperação científica nacional/internacional
Fundação O Boticário	Privada	Projetos de educação, desenvolvimento e conservação da biodiversidade
Fundação Natura	Privada	Projetos para uso sustentável da biodiversidade

## Agradecimentos

Colaboraram com informações valiosas para a elaboração deste capítulo:

Evanguedes Kalapothakis – Professor Adjunto no Depto. de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

Gislaine Aparecida da Silva – Coordenadora do Programa Rede Mineira de Biotecnologia e Bioensaios – Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – Governo do Estado de Minas Gerais.

Gláucia Moreira Drummond – Superintendente Técnica da Fundação Biodiversitas.

Júnio Augusto dos Santos Silva – Analista Ambiental do Núcleo de Fauna – Superintendência de Minas Gerais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Regina Maria Fernandes – Assistente dos Projetos Estruturadores e Pólos de Inovação – Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – Governo do Estado de Minas Gerais.

Roberto Machado Silva – Coordenador Científico da Rede da Bioindústria e do APL de Biotecnologia da Região Metropolitana de Belo Horizonte; Consultor do Instituto Euvaldo Lodi / Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais.

## Referências Bibliográficas

- Arranjo Produtivo Local de Biotecnologia da Região Metropolitana de Belo Horizonte - APL Biotec RMBH. 2008. Disponível em: [www.fiemg.org.br/Default.aspx?tabid=1789](http://www.fiemg.org.br/Default.aspx?tabid=1789). Acesso em: 20 abr. 2008.
- Arranjo Produtivo Local de Biotecnologia do Triângulo Mineiro e Alto do Paranaíba – APL Biotec TMAP. 2008. Disponível em: [www.aplbiotm.com.br/br/index.php](http://www.aplbiotm.com.br/br/index.php). Acesso em: 20 abr. 2008.
- Arranjo Produtivo Local de Biotecnologia de Viçosa – APL Biotec Viçosa . 2008. Disponível em: <http://biotecviosa.com.br/>. Acesso em: 20 abr. 2008.
- Associação Brasileira das Empresas de Biotecnologia – ABRABI. 2008. Disponível em: [www.abrabi.org.br/biotecnologia.htm](http://www.abrabi.org.br/biotecnologia.htm). Acesso em: 20 abr. 2008.
- Borojevic, R. 2006. Biotecnologia na área de saúde humana e animal – bioengenharia e biomimética. Disponível em: [www.anbio.org.br/pdf/2/mct\\_tendencias\\_futuras\\_saude.pdf](http://www.anbio.org.br/pdf/2/mct_tendencias_futuras_saude.pdf). Acesso em: 01 set. 2008.
- Brandon, K., G.A.B. da Fonseca, A.B. Rylands & J.M.C. da Silva. 2005. Introduction to special section: Brazilian conservation: challenges and opportunities. *Conservation Biology* 19(3):595-600.
- Brasil. 2007. Decreto n. 6.041, de 8 de fev. 2007. Institui a Política de Desenvolvimento da Biotecnologia, cria o Comitê Nacional de Biotecnologia e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, seção I, p.1, 09 fev. 2007.
- Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio. 2008. Disponível em: [www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/2.html](http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/2.html). Acesso em: 01 set. 2008.
- Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Pesquisa – DGP-CNPq. 2008. Disponível em: <http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/>. Acesso em: 01 set. 2008.
- Drummond, G.M., A.B.M. Machado, C.S. Martins, M.P. Mendonça & J.R. Stehmann 2008. *Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais*. 2ª ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. CD-ROM.
- Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG. 2008. *Programa de Apoio às Redes de Pesquisa Científica e Tecnológica de Minas Gerais*. Disponível em: [www.fapemig.br/rede/redes.php](http://www.fapemig.br/rede/redes.php). Acesso em: 01 set. 2008.
- Feldbaum, C. 2004. Biotecnologia – as oportunidades que surgem a partir da “vida”. *Radar do Inovação*, Instituto Inovação. Disponível em [www.institutoinovacao.com.br/radar/2004/04](http://www.institutoinovacao.com.br/radar/2004/04). Acesso em: 20 abr. 2008.
- Ferrer, M., H. Thorsteinsdóttir, U. Quach, P.A. Singer & A.S. Daar. 2004. The scientific muscle of Brazil's health biotechnology. *Nature Biotechnol.* 22 (supl): DC8-DC12. Disponível em: [win.biominas.org.br/biominas2008/images\\_up/documentos/Nature%20Biotechnology%20-%20Health%20Biotechnology%20Innovation%20in%20Developing%20Countries%20\(2\).pdf](http://win.biominas.org.br/biominas2008/images_up/documentos/Nature%20Biotechnology%20-%20Health%20Biotechnology%20Innovation%20in%20Developing%20Countries%20(2).pdf). Acesso em: 20 abr. 2008.
- FIEMG & IEL-MG. 2004a. *Diagnóstico da indústria de biotecnologia em Minas Gerais*. Relatório. Belo Horizonte, FIEMG & IEL-MG. 75p.
- FIEMG & IEL-MG. 2004b. *Estratégias para o desenvolvimento da bioindústria em Minas Gerais*. Relatório. Belo Horizonte, FIEMG & IEL-MG. 250p.
- Fonseca, M.G.D. 2006. Padrões de financiamento e empreendimentos em Biotecnologia: estudo para definição de instrumentos de apoio empresariais e financeiros no Brasil. Relatório. Rio de Janeiro, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 37 p.
- Fundação Biominas. 2007. *Estudo das Empresas de Biotecnologia do Brasil*. Disponível em: [http://win.biominas.org.br/biominas2008/estudo\\_default\\_pt.asp](http://win.biominas.org.br/biominas2008/estudo_default_pt.asp). Acesso em: 20 abr. 2008.
- Rede da Biotecnologia. 2008. Disponível em: [www.rededabio-industria.com.br](http://www.rededabio-industria.com.br). Acesso em: 20 abr. 2008.
- Resende, V. 2005. *The biotechnology market in Brazil*. Disponível em: [strategis.ic.gc.ca/epic/internet/inimr-ri.nsf/fr/gri14487f.html](http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/inimr-ri.nsf/fr/gri14487f.html). Acesso em: 20 abr. 2008.

# Análise do Banco de Dados

da área temática  
“Biotecnologia”

## Perfil dos Pesquisadores Cadastrados

Um total de 17 pesquisadores da área temática “Biotecnologia” se cadastraram no Banco de Dados do projeto de estruturação do Biota Minas. Destes, cerca de 71% reportaram desenvolver pesquisa em 44 áreas/subáreas do conhecimento (Quadro 1), segundo a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com destaque para as linhas de Síntese Orgânica e Química dos Produtos Naturais (4), Evolução, Botânica Aplicada, Sistemática e Ecologia Química e Ecologia Aplicada (3).

**Quadro 1.** Resultado da pesquisa sobre as principais linhas de pesquisa desenvolvidas pelos pesquisadores da área “Biotecnologia”.

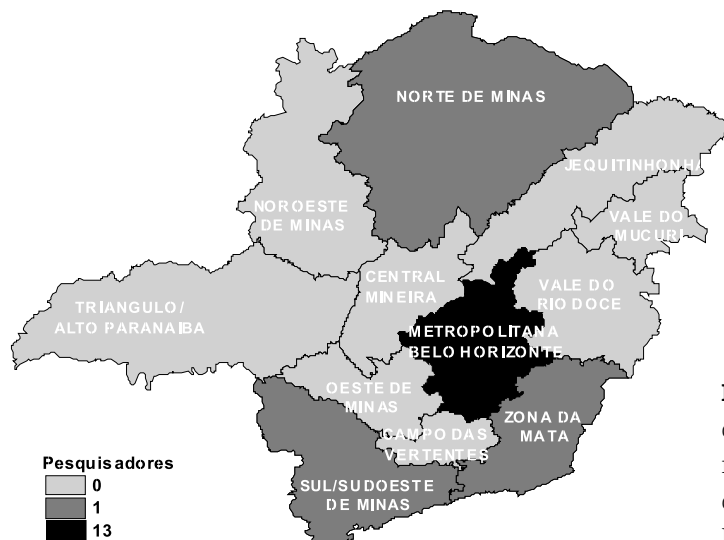
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Síntese Orgânica; Química dos Produtos Naturais	4
Evolução; Botânica Aplicada; Sistemática e Ecologia Química; Ecologia Aplicada	3
Ecologia de Ecossistemas; Farmacognosia; Imunologia Aplicada	2

continua >

continuação

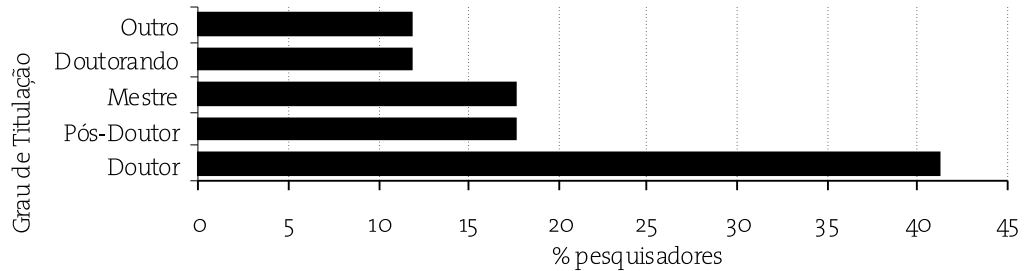
PRINCIPAIS LINHAS DE PESQUISA	Nº DE INDICAÇÕES
Conservação de Áreas Silvestres; Engenharia Química; Engenharia de Materiais e Metalúrgica; Ecologia Teórica; Ecofisiologia Vegetal; Exploração Florestal; Conservação de Bacias Hidrográficas; Conformação e Estereoquímica; Ciências Exatas e da Terra; Ciências da Saúde; Ciências Biológicas; Botânica; Biologia Geral; Controle Populacional de Animais; Padrões, Legislação e Fiscalização de Alimentos; Tecnologia de Processos Fermentativos e Enzimologia Industrial; Taxonomia dos Grupos Recentes; Taxonomia de Fanerógamos; Solos Florestais; Reprodução Vegetal; Recuperação de Áreas Degradadas; Química de Macromoléculas; Farmácia; Farmacotecnia; Proteção Florestal; Extensão Rural; Microbiologia de Alimentos; Microbiologia Aplicada; Florestamento e Reflorestamento; Fisiologia Vegetal; Fisiologia de Plantas Cultivadas; Zoologia; Farmacologia Bioquímica e Molecular; Avaliação e Controle de Qualidade de Alimentos; Protozoologia Parasitária Humana	1

No que diz respeito à distribuição locacional dos pesquisadores no Estado de Minas Gerais (Figura 1), considerando as mesorregiões de planejamento do IBGE, a grande maioria dos pesquisadores que responderam à consulta possui vínculo com instituições localizadas na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (13 pesquisadores), seguida das mesorregiões Zona da Mata, Sul/Sudoeste de Minas, e Norte de Minas, com apenas um pesquisador em cada uma das regiões.



**Figura 1.** Distribuição locacional dos pesquisadores segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE, para a área temática Biotecnologia (N=16).

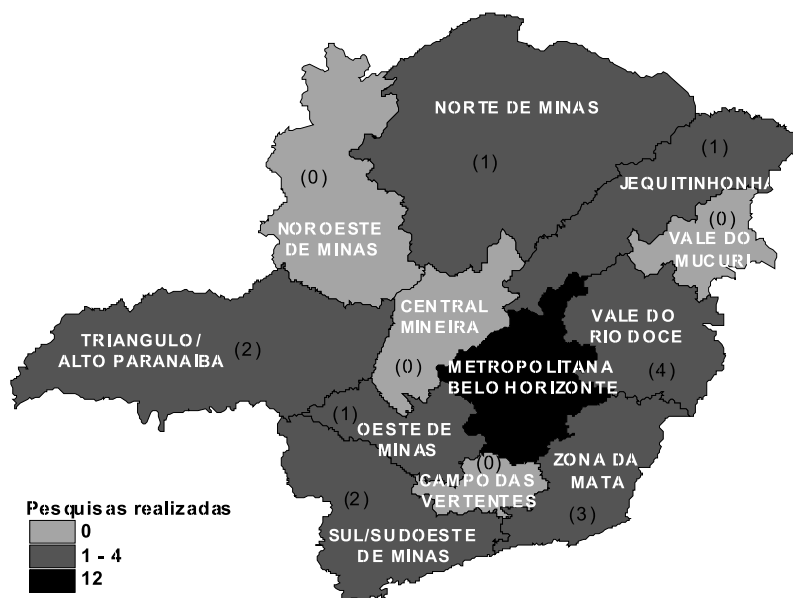
Quanto à titulação dos pesquisadores que se cadastraram na consulta (Figura 2), 42% apresentaram grau de Doutor e 17% representaram pós-doutores e mestres. Os doutorandos representaram 12%, o mesmo percentual de pesquisadores cadastrados que indicaram a opção “outro” para os certificados de formação obtidos.



**Figura 2.** Grau de titulação dos pesquisadores cadastrados para a área temática Biotecnologia (N=17).

## Pesquisas desenvolvidas e lacunas existentes

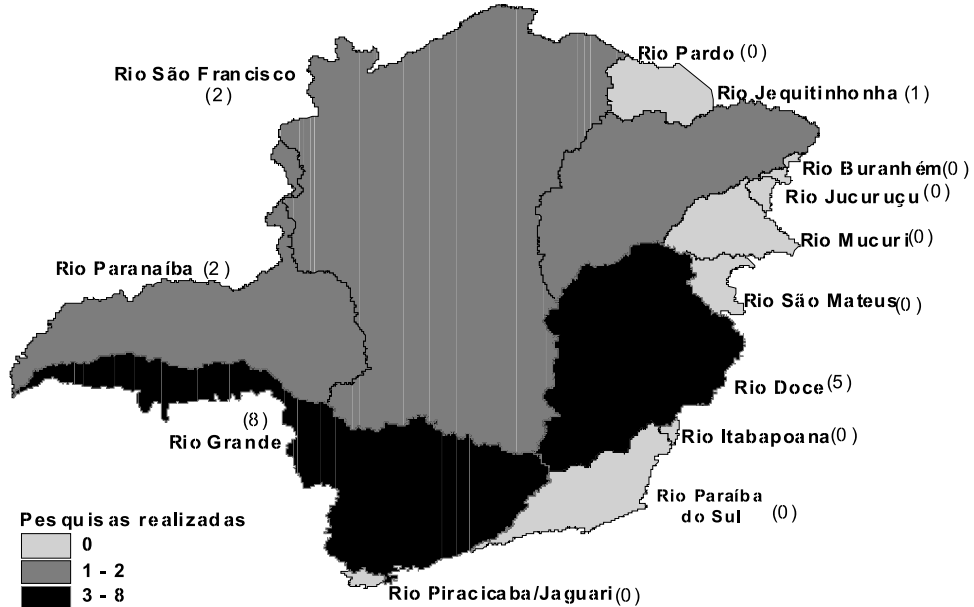
Ao todo, foram cadastradas 48 pesquisas desenvolvidas no Estado de Minas Gerais envolvendo o tema Biotecnologia. Destas, 12 pesquisas relacionam-se à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 3). Do restante, apenas as mesorregiões Central Mineira, Campo das Vertentes, Vale do Mucuri e Noroeste de Minas não registraram pesquisas cadastradas. Relacionando-se a distribuição das pesquisas às bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Figura 4), dentre as pesquisas que apontaram sua localização com base nesta unidade de planejamento territorial, a maior parte realizada nas bacias dos rios Grande (8) e Doce (5). Para as bacias dos rios Paranaíba e São Francisco foram cadastradas duas pesquisas, enquanto que na bacia do rio Jequitinhonha apenas um cadastro foi registrado. Para as demais bacias do Estado, não houve indicação de pesquisas.



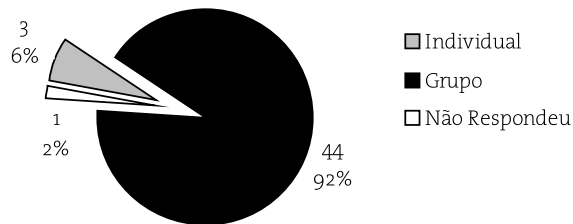
**Figura 3.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por mesoregião do IBGE, para a área temática Biotecnologia (N=26).

Quanto ao grau de participação nas pesquisas, se individual ou em grupo, a maioria das respostas foi para pesquisas realizadas em grupo (92%), enquanto que apenas 6% do total foram desenvolvidas individualmente (Figura 5).



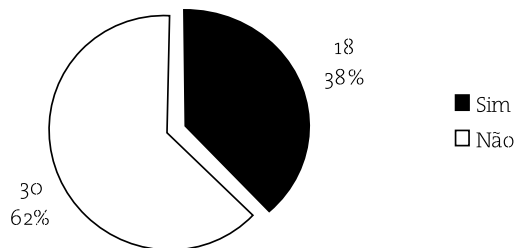


**Figura 4.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas por bacia hidrográfica do Estado de Minas Gerais, para a área temática Biotecnologia (N=18).

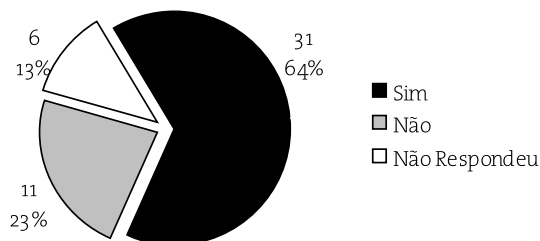


**Figura 5.** Grau de participação das pesquisas (número e porcentagem), da área temática Biotecnologia (N = 48).

Sobre o desenvolvimento das pesquisas nas Unidades de Conservação do Estado, 63% das pesquisas foram realizadas em Unidades de Conservação (Figura 6) e para 65% destas houve depósito de material testemunho em coleções mineiras (Figura 7).

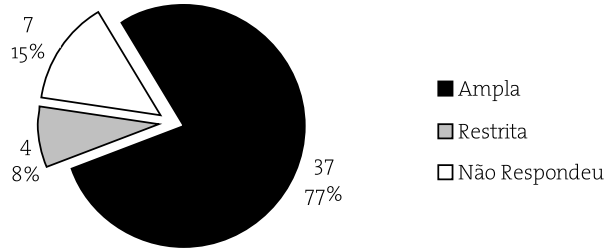


**Figura 6.** Número e percentagem de pesquisas realizadas em Unidades de Conservação (número e percentagem), da área temática Biotecnologia (N = 48).

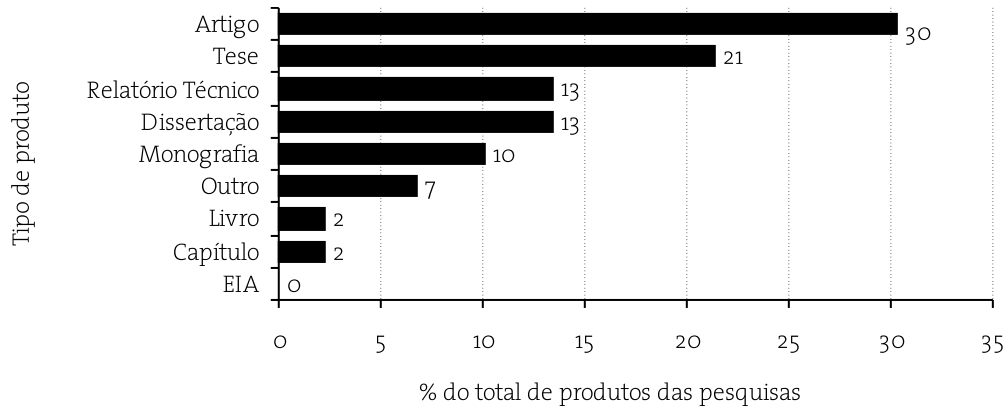


**Figura 7.** Número e percentagem de pesquisas da área temática Biotecnologia, com material biológico depositado em coleções (N = 48).

Com relação à acessibilidade aos resultados das pesquisas, 77% das pesquisas se enquadraram na categoria de amplo acesso, enquanto que apenas 8% foram indicadas como sendo de acesso restrito (Figura 8). A maioria dos produtos gerados pelas pesquisas (Figura 9) foi no formato de Artigo Científico (30%), Tese (21%) e Relatório Técnico e Dissertação (ambos com 14%).

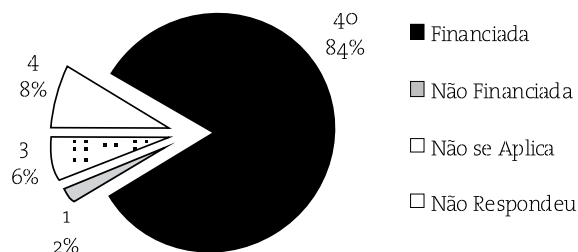


**Figura 8.** Nível de acessibilidade aos resultados das pesquisas da área temática Biotecnologia (N = 48).



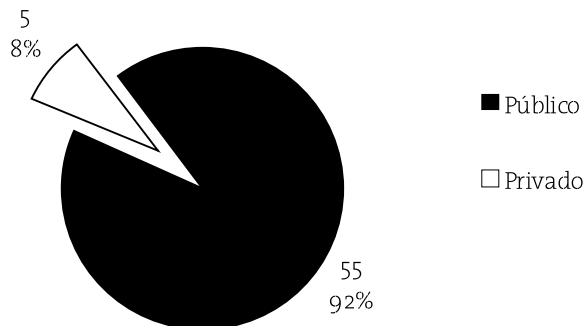
**Figura 9.** Modalidades de produtos resultantes das pesquisas da área temática Biotecnologia (N = 89).

Sobre o item “Financiamento” (Figura 10), 84% pesquisas cadastradas tiveram aporte de financiamento, enquanto que apenas 2% não tiveram apoio financeiro.



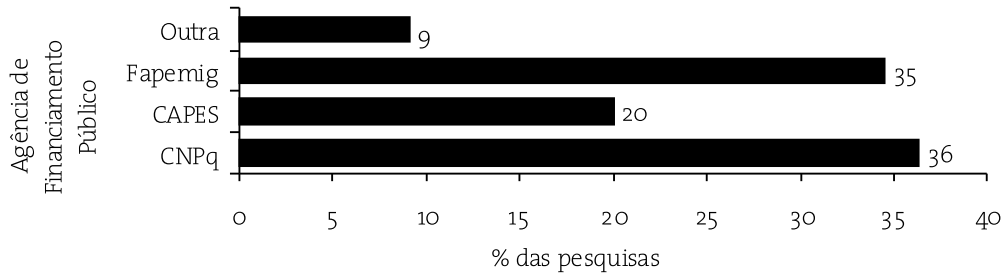
**Figura 10.** Número e Percentagem de pesquisas com ou sem aporte de financiamento, para a área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 48).

Das pesquisas financiadas (Figura 11), cerca de 92% do financiamento foi originado de instituições públicas, enquanto que apenas 8% das pesquisas foram financiadas por fontes privadas.



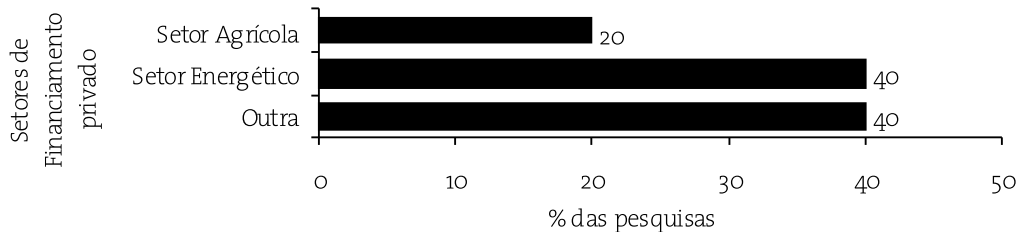
**Figura 11.** Número e Percentagem das pesquisas financiadas, segundo a origem do financiamento, para a área temática Biotecnologia (N = 60).

Dos financiamentos públicos, 56% foram de instituições públicas em âmbito nacional, CNPq (36%) e CAPES (20%), enquanto que 35% das pesquisas foram financiadas pela FAPEMIG, da esfera estadual. A opção “outra” foi assinalada para 9% das pesquisas com aporte de financiamento do setor público (Figura 12).



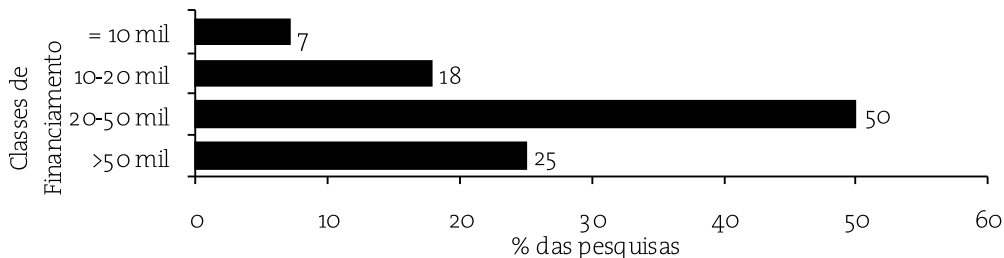
**Figura 12.** Percentagem de pesquisas financiadas por instituições públicas, para a área temática Biotecnologia (N = 55).

Em relação aos financiamentos aportados por setores privados da economia (Figura 13), a maior percentagem das pesquisas (40%) foi para o setor Energético, seguido do setor Agrícola (20%). A opção “outra”, que significa que o financiamento foi de origem distinta dentre os setores listados no questionário, foi de 40%.



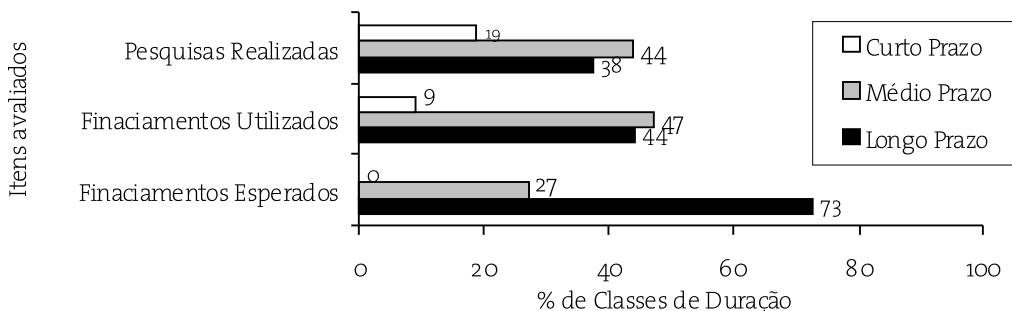
**Figura 13.** Percentagem de pesquisas financiadas pelo setor privado, para a área temática Biotecnologia (N = 5).

No que diz respeito aos valores dos financiamentos recebidos, dentre os projetos que reportaram a informação, 50% receberam financiamento na classe de 20 a 50 mil reais, 25% na classe de valores acima de 50 mil reais, 18% na classe de 10 a 20 mil reais e 7% indicaram ter recebido valores iguais ou inferiores a 10 mil reais (Figura 14).



**Figura 14.** Percentagem de pesquisas com aporte de financiamento, segundo classes de valores, para a área temática Biotecnologia (N = 48).

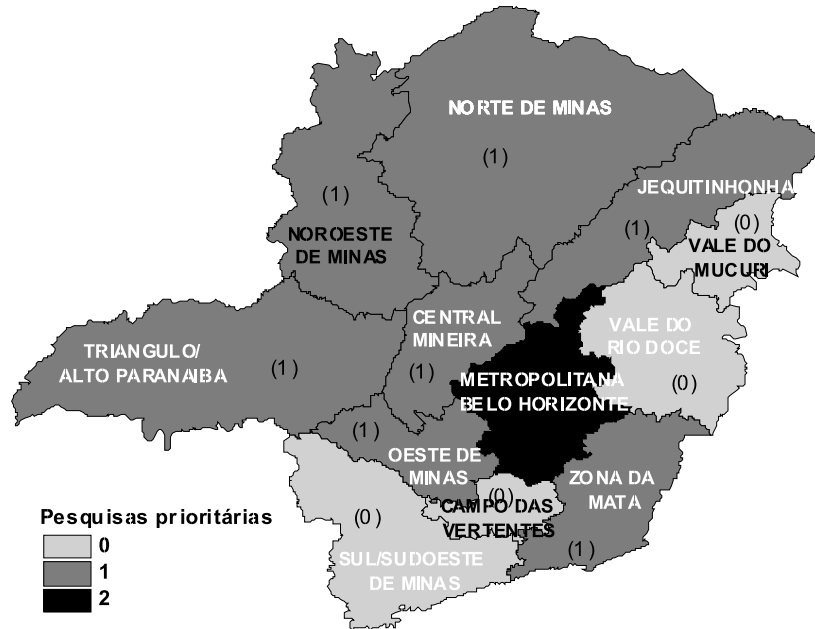
Considerando a informação sobre a duração das pesquisas, 44% foram realizadas em médio prazo (37%), 38% em longo prazo e 19% em curto prazo (Figura 15). Do mesmo modo, para as pesquisas com financiamentos reportados, 47% foram de médio prazo, seguidas das de longo prazo (44%) e de curto prazo (9%). Por outro lado, com relação à duração dos financiamentos esperados no futuro, 73% das respostas foram para a classe de longo prazo e 27% para médio prazo.



**Figura 15.** Percentagem do tempo de duração de pesquisas realizadas (N = 32), financiamentos utilizados (N = 34) e financiamentos esperados (N = 11), da área temática Biotecnologia. Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos e Longo Prazo = mais de 3 anos.

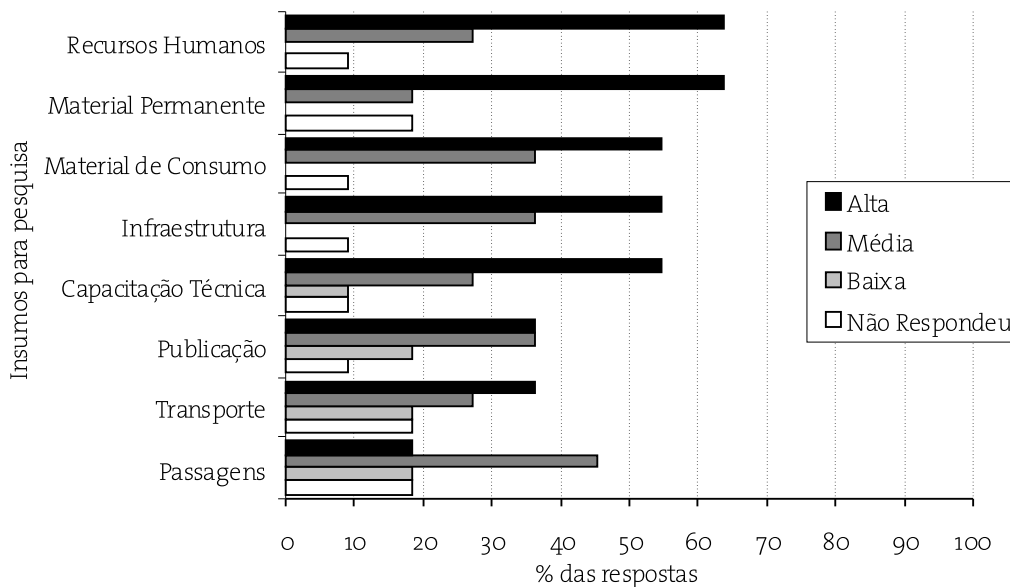
## Pesquisas e recursos prioritários

Os pesquisadores cadastrados no Banco de Dados indicaram um total de 12 pesquisas prioritárias para o Estado, distribuídas segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (Figura 16). A mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte recebeu duas indicações, enquanto que as mesorregiões Norte de Minas, Zona da Mata, Jequitinhonha, Oeste de Minas, Noroeste de Minas, Central Mineira e Triângulo/Alto Paranaíba receberam uma indicação cada uma. Para as demais mesorregiões não foram indicadas pesquisas.



**Figura 16.** Distribuição geográfica das pesquisas prioritárias em Minas Gerais, segundo mesorregiões do IBGE, para a área temática Biotecnologia (N = 9).

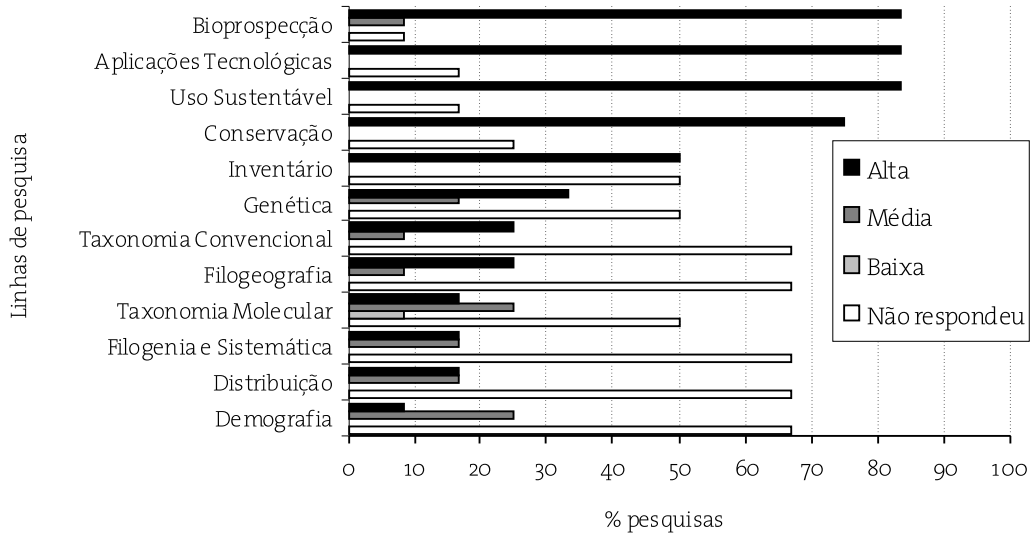
Sobre o grau de prioridade atual dos financiamentos em relação aos insumos necessários à execução das pesquisas prioritárias para a área temática (Figura 17), os itens Recursos Humanos e Transporte (63%), Material de Consumo, Infraestrutura e Capacitação Técnica, com 54%, foram os mais indicados como de alta prioridade. Destacou-se ainda, como de prioridade média, o item Passagens (45%).



**Figura 17.** Grau de prioridade atual dos financiamentos relativos aos insumos necessários à execução de pesquisas da área temática Biotecnologia (N = 11).



Dentre as pesquisas indicadas como prioritárias (Figura 18), destacaram-se como de **alta prioridade** para financiamento aquelas nas linhas de Bioprospecção, Aplicações Tecnológicas e Uso Sustentável, com 83%, e Inventário (50%). Como de **média prioridade** de financiamento, destaque para as linhas de Taxonomia Molecular e Demografia, com 25%.



**Figura 18.** Grau de prioridade de investimentos de recursos, segundo linhas de pesquisa da área temática Diversidade de Invertebrados Terrestres (N = 04).



# **Coleções Biológicas**



# **Coleções Zoológicas**

Luciana Barreto Nascimento<sup>1</sup>  
Fernando A. Silveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais

## Introdução

Coleções taxonômicas são reuniões ordenadas de espécimes mortos ou partes deles, devidamente preservados para estudos (Martins, 1994). Estas coleções têm como objetivos básicos o ensino e a pesquisa. O primeiro objetivo caracteriza as coleções didáticas, vinculadas a instituições de ensino de zoologia. Estas coleções são destinadas a aulas, demonstrações, exposições e treinamento de pessoal. Este material tem curta duração, devido ao constante manuseio e conseqüente danificação do mesmo. Entretanto, são de grande importância por serem uma ferramenta para despertar o interesse de iniciantes para os vários grupos animais e familiarizá-los com sua enorme diversidade, principalmente quando se considera a região neotropical. Embora importantes essas coleções não são propriamente coleções científicas. Em geral, os seus exemplares, pertencem a espécies mais comuns e/ou são impróprios para pesquisa (por exemplo, sem dados sobre procedência). Estas coleções devem ser sempre independentes das coleções de pesquisa, cujo acesso deve ser restrito a pessoal qualificado para sua organização e manuseio.

As coleções científicas são registros da variação morfológica, geográfica e temporal dos organismos, constituindo a fonte básica de informação para os trabalhos de taxonomia e biogeografia. Além disto, elas são importantíssimas como depositárias de espécimes testemunhos de pesquisas taxonômicas e de outros campos da biologia. Elas garantem, desta forma, que se possa checar os exemplares estudados previamente por outros autores, mantendo a acuidade e atualidade das associações entre conhecimento biológico e os nomes dos organismos envolvidos.

As coleções científicas, normalmente, são vinculadas a instituições como museus e universidades. Estas coleções podem ser caracterizadas como gerais, quando incluem material de ampla representatividade geográfica e grande número de exemplares de cada espécie (séries), ou regionais, reunindo apenas espécimes de determinada área. Coleções científicas com representatividade regional são fontes relevantes para estudos ecológicos, taxonômicos, biogeográficos e do estado de conservação das espécies. Elas têm grande importância, ainda, por constituírem um local adequado para o depósito de animais coletados por pesquisadores locais, com a devida autorização do órgão competente, ou encontrados mortos pela população (Kunz *et al.*, 2007).

Coleções de pesquisa exigem recursos financeiros adequados, pois a conservação e organização do acervo requerem amplo espaço físico, manutenção constante e pessoal especializado. Os museus, em

geral, têm uma noção e uma consciência históricas do valor dos acervos biológicos e de sua importância como seus mantenedores. Por isto, aceitam, valorizam e assumem como obrigatórias as atividades de rotina para a sua manutenção. Nas palavras de Prudente (2005), a sua estrutura administrativa e financeira é cúmplice com a técnico-científica nesses aspectos, principalmente quando estes são vinculados ao poder público. Por outro lado, as coleções depositadas em universidades particulares, estaduais, ou federais, em muitos casos, são mais vulneráveis estabelecendo-se, em geral, nos laboratórios dos pesquisadores que as criam e organizam. Estas coleções geralmente não são mantidas pela instituição que as abrigam, mas pelo esforço solitário de seus responsáveis (Prudente, 2005). Apesar disto, estas coleções, principalmente aquelas vinculadas a cursos de pós-graduação, têm contribuído muito para o conhecimento de nossa biodiversidade, pois seus acervos são consultados para o desenvolvimento de pesquisas e citados em artigos científicos (Peixoto, 2003). Assim, o estabelecimento de cursos de pós-graduação voltados aos estudos sistemáticos e taxonômicos nas universidades parece garantir a permanência (Peixoto, 2003) e o incremento destas coleções.

O crescimento de uma coleção é conseguido através de expedições de coleta, de permuta de exemplares com outras instituições e da retenção e doação de exemplares recebidos para identificação. As coletas exigem conhecimento de técnicas de captura e preservação e dependem da obtenção de licenças junto aos órgãos públicos responsáveis.

A aquisição de material representativo de regiões mais abrangentes é impossível se uma coleção não estiver aberta à permuta com outras. Outra maneira de se obter exemplares é através da retenção ou doação de espécimes recebidos para identificação pelos pesquisadores vinculados às coleções. Esta é uma prática comum, aceita entre os taxonomistas. Infelizmente, ela nem sempre é bem compreendida pelos coletores que trabalham em outros campos da biologia e ciências correlatas e que dependem dos taxonomistas para a identificação de seu material.

Destacam-se nos acervos das coleções os exemplares tipo. Estes são muito importantes e valiosos, pois seu exame é o recurso definitivo para elucidar uma série de problemas taxonômicos (Martins, 1994). De acordo com o Código de Nomenclatura Zoológica (International Commission on Zoological Nomenclature, 1999), um zoólogo ao descrever uma nova espécie ou subespécie deve designar um holótipo ou síntipos e depositá-los em um museu ou outra instituição em que sejam preservados com segurança e estejam acessíveis para fins de pesquisa. O mesmo se aplica aos tipos designados

posteriormente à descrição de espécies nomeadas no passado ou em substituição a tipos perdidos (lectótipos e neótipos).

As coleções taxonômicas têm adquirido uma importância especial nas últimas décadas, dada a crise ambiental pela qual passamos e à necessidade premente de se conhecer a nossa biodiversidade. Apesar disto, a contribuição das coleções taxonômicas em termos de informações para subsidiar políticas públicas, prever catástrofes ambientais e demonstrar a riqueza biológica de uma região é muitas vezes subestimada. Esta falta de reconhecimento pela sociedade causa redução em financiamentos que, conseqüentemente, comprometem a sobrevivência e a utilidade destas coleções (Suarez & Tsutsui, 2004).

## Histórico

O hábito de colecionar espécimes zoológicos preservados iniciou-se ainda no século XVI, incentivado pelo reconhecimento trazido pelas grandes navegações da imensa diversidade de animais existente na Terra (Mayr, 1982) e pelo desenvolvimento das técnicas de preservação. Os métodos mais comuns para a preservação de espécimes de animais são: *a*) em via úmida (fixação em solução de formalina e conservação em álcool, para peixes, anfíbios, répteis e a maioria dos grupos de invertebrados); ou *b*) em via seca, através da taxidermia de peles (para aves e mamíferos) ou montagem em alfinetes entomológicos (insetos). Estes métodos foram desenvolvidos, em grande parte, como resposta à necessidade dos grandes exploradores conservarem o material resultante de suas expedições a locais “longínquos” para estudos posteriores, quando retornassem a suas instituições de pesquisa.

A multiplicação das coleções que ocorreu entre os séculos XVI e XIX, por sua vez, possibilitou o desenvolvimento da classificação biológica e de sua regulamentação, que culminou com a elaboração dos códigos de nomenclatura. Este processo fez com que as coleções deixassem de ser principalmente objeto e do interesse de colecionadores amadores para se tornarem centros de documentação do conhecimento científico, similares, em muitos aspectos, às bibliotecas científicas. As primeiras grandes coleções zoológicas existem já há cerca de 300 anos e estão alojadas em grandes museus, como o Museu de História Natural de Londres, o Museu Nacional de História Natural de Paris, entre outros.



As coleções zoológicas brasileiras, por outro lado, são recentes. Seu estabelecimento, no entanto, veio depois de o estudo de nossa biodiversidade ter começado, já que nossa fauna já vinha sendo descrita, através de espécimes conservados em museus no exterior, desde os primeiros anos do século XIX. Isto aconteceu porque as primeiras grandes coletas de animais em nosso país foram efetuadas pelos naturalistas viajantes europeus que aportaram no Brasil após a abertura dos portos às nações amigas, por D. João VI, em 1808. Além disso, o casamento do príncipe D. Pedro com a arquiduquesa Maria Leopoldina da Áustria foi episódio fundamental para trazer ao país uma ponderável força-tarefa de pesquisa biológica (Vanzolini, 2004).

Dentre os grandes viajantes que contribuíram para o conhecimento da fauna de animais brasileiros, levando grande quantidade de espécimes para os museus estrangeiros e cujas publicações tiveram grande impacto científico, destacam-se o príncipe austríaco Maximilian Wied-Neuwied e o alemão Johann Baptist von Spix.

A expedição de Wied-Neuwied ao Brasil durou de 1815 a 1817, tendo percorrido a região costeira do Rio de Janeiro à Bahia e retornado por Minas Gerais (Wied-Neuwied, 1940). A maioria do material coletado por ele, inclusive tipos de várias espécies novas, se encontra hoje no Museu Americano de História Natural, em Nova Iorque, EUA. Enquanto Wied-Neuwied se ateu principalmente às belezas naturais da costa brasileira, o zoólogo alemão Spix, acompanhado do botânico Carl Friedrich P. von Martius, explorou, também durante três anos (1817-1820), o interior do Brasil e teve a oportunidade de conhecer toda a diversidade de biomas brasileiros. A maioria do material coletado por Spix se encontra depositado no Museu de Zoologia de Munique, Alemanha.

Outro desses viajantes pioneiros foi o francês Auguste de Saint-Hilaire, que passou seis anos (1816-1822) viajando pelo território brasileiro em várias expedições, das quais três cortaram diferentes porções do território mineiro. Embora fosse botânico, Saint-Hilaire coletou um rico acervo de animais que, depositados no Museu Nacional de História Natural de Paris, possibilitou a zoólogos franceses, como Lepeletier, a descrição de inúmeras espécies brasileiras.

Outro zoólogo europeu de destaque, principalmente, por ter realizado o primeiro estudo a longo prazo de uma comunidade de anfíbios e répteis no Brasil (Lagoa Santa, MG), foi o dinamarquês Johannes Theodor Reinhardt. Sua primeira vinda ao país teve o propósito de visitar o naturalista Peter Lund,

paleontólogo conterrâneo seu, em Lagoa Santa (MG). Entretanto, de 1850 a 1852 e, depois, de 1854 a 1856, ele retornou ao Brasil, fazendo coletas extensivas, cujos resultados foram publicados em co-autoria com outro dinamarquês, Christian F. Lütken. Coube a Lütken descrever grande parte dos peixes coletados por Reinhardt em uma magnífica monografia traduzida apenas recentemente para o português (Lütken, 2001). O material coletado por Reinhardt e Lund encontra-se depositado no Museu Zoológico da Universidade de Conpenhagen, Dinamarca.

As primeiras coleções zoológicas do Brasil, com exceção do Museu Nacional do Rio de Janeiro (fundado em 1818, como a “Casa dos Pássaros” e atualmente ligado à Universidade Federal do Rio de Janeiro), começaram a ser reunidas apenas na segunda metade do século XIX e início do século XX. As principais delas correspondem, hoje, aos acervos do Museu Paraense Emílio Goeldi, em Belém (fundado em 1866) e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (fundado em 1886). Essas três instituições são atualmente as que abrigam, juntas, o maior acervo da diversidade zoológica brasileira.

No Brasil, atualmente, o incremento de estudos sobre a biodiversidade de animais tem levado à ampliação de acervos de coleções gerais tradicionais e, também, ao surgimento de coleções regionais. Com o grande número de novas espécies sendo descritas a cada ano no Brasil, e graças ao aumento do número de pesquisadores e de sua conscientização, os exemplares tipos também têm sido depositados nas coleções nacionais, valorizando muito seus acervos.

## **Coleções Zoológicas em Minas Gerais**

Enquanto vários outros Estados do Brasil possuem grandes coleções científicas representativas de sua biodiversidade, Minas Gerais nunca chegou a fazer investimentos nesta área, sendo o único Estado da região sudeste que não possui pelo menos uma instituição de grande porte que reúna coleções taxonomicamente abrangentes com grandes acervos (Silveira *et al.*, 2006).

A consulta ampla realizada entre os pesquisadores de instituições mineiras para a composição deste diagnóstico indicou a presença de coleções taxonômicas em apenas seis instituições do estado. Silveira *et al.* (2006) já haviam chamado atenção para o pequeno número de coleções em Minas Gerais e para a dificuldade de se obter informações sobre elas. Eles apontaram, por exemplo, que, do

banco de dados sobre as coleções zoológicas brasileiras, mantido até a algum tempo na Base de Dados Tropicais da Fundação André Tosello (<http://www.bdt.fat.org.br/zoo/museum/>), só constavam duas coleções mineiras, as coleções de insetos e zoológica (vertebrados) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Da mesma forma, na compilação realizada por Lewinsohn & Prado (2002), das 354 coleções indicadas por cientistas brasileiros como as mais importantes de seus grupos no Brasil, apenas cinco se encontravam em instituições mineiras (UFV e UFMG) e apenas duas eram coleções zoológicas (uma de invertebrados e outra de vertebrados). No cadastro de coleções do CRIA (2008), constam apenas seis coleções zoológicas de três instituições mineiras (UFJF, UFMG, UFV).

Considerando a informação disponível em todas as fontes citadas acima, seriam sete as instituições mineiras que abrigariam pelo menos uma coleção zoológica (cinco universidades federais, uma universidade estadual e uma universidade privada), além de uma coleção particular. Os dados disponíveis certamente são incompletos, tanto no que diz respeito ao número de instituições, quanto ao que se refere ao número de coleções em cada uma delas. De qualquer forma, eles incluem quase a totalidade das coleções mais importantes e nos permitem fazer uma série de inferências sobre os acervos guardados no Estado. As principais conclusões a que se pode chegar sobre as coleções mineiras são apresentadas a seguir:

## **Coleções de vertebrados**

Os dados disponíveis apontam a existência das seguintes coleções de vertebrados no Estado de Minas Gerais: Museu de Zoologia João Moojen de Oliveira (MZJM), na Universidade Federal de Viçosa (UFV); Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas); e as Coleções Taxonômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Além destas, existem, ainda, algumas coleções isoladas de grupos específicos nas universidades federais de Alfenas (UNIFAL), Juiz de Fora (UFJF), Uberlândia (UFU) e na Universidade Estadual de Minas Gerais-campus de Carangola (UEMG-Carangola).

A coleção de vertebrados do MZJM da UFV reúne cerca de 12.000 exemplares — 3.500 peixes, 5.550 anfíbios, 1.800 répteis, 1.500 aves, 1.100 mamíferos e 1.200 peças fósseis (CRIA, 2008). O Museu de Ciências Naturais (MCN) da PUC Minas inclui um acervo paleontológico considerável, que constitui a maior coleção de mamíferos do Pleistoceno da América do Sul. Seu acervo de espécies atuais,

por outro lado, inclui anfíbios, répteis, aves e mamíferos. Entretanto, apenas os números do acervo herpetológico estão disponíveis — aproximadamente 10.000 espécimes de anfíbios e 1.500 de répteis. As Coleções Taxonômicas da UFMG contém mais de 70.000 espécimes de vertebrados (cerca de 1.400 anfíbios, 6.500 aves, 3.700 mamíferos, 60.000 peixes e 640 répteis). As demais coleções, sobre as quais há informação, reúnem pequenos acervos de anfíbios (UNIFAL e UFU), mamíferos (UEMG-Carangola), peixes (UFJF) e répteis (UNIFAL).

O número de exemplares destas coleções, separadamente ou consideradas em conjunto, é muito pequeno quando comparado aos das grandes coleções brasileiras e, mais ainda, com os das grandes coleções européias e norte-americanas. Seus acervos possuem caráter principalmente regional, incluindo principalmente exemplares do Estado de Minas Gerais (embora algumas das coleções da UFMG possuam um acervo mais abrangente, principalmente aves e mamíferos, com espécimes de vários Estados do Brasil e até de outros países). Estes exemplares foram obtidos principalmente em conexão com projetos de pesquisa dos seus curadores ou de doações de material decorrentes de estudos e monitoramentos de impactos ambientais associados à implementação de empreendimentos como usinas hidrelétricas e minerações.

Apesar do acervo limitado, as coleções mineiras vêm adquirindo relevância não só por estarem recebendo espécimes tipo de espécies descritas para o Estado de Minas Gerais (embora apenas holótipos de duas e parátipos de 36 espécies estejam incluídos nos seus acervos) mas, também, por seus acervos, que contêm exemplares de localidades não representadas em outras instituições e de inúmeras espécies raras e endêmicas. Estes acervos vêm sendo amplamente utilizados e citados por pesquisadores de todo o Brasil em publicações, dissertações e teses.

## **Coleções de invertebrados**

Os dados disponíveis nas fontes acima indicam a existência de coleções de invertebrados em apenas três instituições mineiras (UFJF, UFMG e UNIFAL), além de uma coleção particular. Não se conseguiu informações sobre pelo menos uma coleção adicional importante, a do Museu de Entomologia da UFV. Entre aquelas para as quais há alguma informação disponível, aparentemente, as maiores são as da UFMG, que abrigam cerca de 420 mil exemplares de aproximadamente 4.400 espécies de

invertebrados. Os grupos mais bem representados (e organizados) neste acervo são, entre os insetos, abelhas (cerca de 45.000 exemplares: cerca de 1.000 espécies), heterópteros aquáticos (80.000 exemplares: 200 espécies), moscas (32.000: 300), icneumonídeos (9.400: 500), pulgas (10.000: no. desconhecido), piolhos (2.000: no. desconhecido). Entre os demais grupos, destacam-se os aracnídeos (4.000: 200), helmintos (2000: 250) e moluscos (1.800: no. desconhecido). Nestas coleções, encontram-se depositados os holótipos de 16 espécies e parátipos de 37.

Outra coleção importante é a do Museu de Malacologia Prof. Maury Pinto de Oliveira, da UFJF. Seu acervo reúne mais de 40.000 exemplares em mais de 8.300 lotes. Incluem-se, aí, tipos de 32 espécies. Os exemplares no acervo são conchas e espécimes inteiros guardados em líquido, em sua maioria de espécies marinhas (CRIFA, 2008). As outras duas são coleções isoladas de grupos específicos — hirudíneos e oligoquetos terrestres (UFJF) e zooplâncton (UNIFAL).

Uma situação peculiar é a das coleções particulares, atualmente mantidas em um limbo legal e, até por isto, em número impossível de estimar no Estado de Minas Gerais. Na consulta ampla, elas foram representadas por apenas uma coleção, por sinal extremamente importante — a coleção de libélulas de Angelo Machado. Seu acervo, de aproximadamente 25.000 exemplares de 1.100 espécies, incluindo os holótipos de cerca de 50 espécies e parátipos de cerca de 100, é o segundo do grupo no Brasil, sendo representativo de toda a região neotropical e incluindo espécimes de várias partes do mundo. É intenção do seu proprietário que esta coleção seja incluída na Coleção Entomológica das Coleções Taxonômicas da UFMG.

A maioria das coleções particulares tem caráter regional, contendo principalmente séries coletadas em Minas Gerais, embora algumas delas possuam acervos mais abrangentes, com alguma representatividade nacional e até internacional. Apesar de alguns dos acervos acima reunirem quantidades absolutas relativamente grandes de espécimes, estes números são muito pequenos, considerando a diversidade dos invertebrados, o tamanho do território estadual e a diversidade de seus ambientes. Além disto, o número de espécies identificadas é, em geral, apenas uma fração irrisória da riqueza em espécies de Minas. Apenas cerca de 10% das espécies de invertebrados, potencialmente conhecidas em Minas, estariam representados nas coleções da UFMG (que detém o maior acervo de invertebrados no Estado). Esta representatividade cai para menos de 1% se considerarmos o número total estimado de espécies de invertebrados para o Estado (Silveira *et al.*, 2006).

Como no caso das coleções de vertebrados, um aspecto que valoriza muito os pequenos acervos das coleções de invertebrados das instituições mineiras é o fato de boa parte deles ter sido coligida em áreas não exploradas previamente por outros pesquisadores e/ou completamente devastadas atualmente. Essas coleções contêm, ainda, exemplares de espécies endêmicas, raras, ameaçadas de extinção e vários holótipos, como indicado acima.

## Principais problemas das coleções zoológicas mineiras

A consulta ampla e os dados disponíveis nas outras fontes citadas acima indicam uma série de problemas comuns às coleções zoológicas mineiras. Eles são discutidos abaixo:

*Falta de instalações adequadas:* Apenas as coleções do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas, do Museu de Zoologia João Moojen de Oliveira da UFV e do Museu de Malacologia Prof. Maury Pinto de Oliveira da UFJF possuem instalações próprias para o acervo. Entretanto, este espaço não é suficiente para todo o material depositado e/ou a infraestrutura deste espaço não apresenta condições adequadas para o seu melhor acondicionamento. As demais coleções se encontram nos laboratórios de seus responsáveis e, às vezes, até em corredores, sem condições de segurança e climatização adequadas.

*Falta de pessoal para manutenção:* Como as coleções, em geral, são produtos dos projetos de pesquisa de seus curadores, sua manutenção é feita, normalmente, pelo próprio curador e, em muitos casos, seus alunos. Em geral, não há técnicos contratados e/ou com formação adequada para a manutenção dos acervos.

*Falta de mobiliário, vidraria e material para preservação do acervo:* A aquisição desses itens é sempre um problema para as coleções, sendo, em geral, conseguida através de projetos de pesquisa dos curadores. É preciso enfatizar aqui que a aquisição de mobiliário é frequentemente negada pelas agências financiadoras, por ele ser considerado contrapartida das instituições de pesquisa que, por sua vez, não têm verbas para adquiri-lo. A consequência é o empilhamento de material em caixas e tambores, dificultando o acesso para consulta e manutenção, seu acondicionamento em frascos impróprios que possibilitam a rápida evaporação de líquidos conservantes e, finalmente, perda de material.

*Falta de recursos para coletas:* Idealmente, as coleções deveriam ser enriquecidas continuamente por expedições a regiões mal representadas nos seus acervos. Em Minas, entretanto, a coleta de exemplares está associada apenas ao desenvolvimento de projetos de pesquisa específicos. Em grande parte, isto ocorre por falta de reconhecimento, por parte das agências financiadoras, da importância de coletas planejadas “apenas” para enriquecer o acervo disponível para estudo, mas não associadas a projetos específicos. Por outro lado, a falta de espaço para armazenamento do acervo e falta de recursos para a sua manutenção, inibe as iniciativas de grandes coletas. Outro fator que dificulta a execução de expedições de coleta é a dificuldade de se obter financiamento para o aluguel de veículos e compra de combustível, em geral vetados pelos órgãos financiadores.

*Falta de identificação e organização dos acervos:* Como, em muitos casos, as coleções não são mantidas por taxonomistas, boa parte de seus acervos frequentemente não chega a ser identificada. Desta forma, os exemplares não podem ser convenientemente organizados. Este problema é agravado pela falta de interação entre as coleções e de programas de intercâmbio que possibilitem buscar especialistas externos para trabalhar nos acervos.

*Alienação de tipos:* Os tipos são os exemplares mais importantes nas coleções, pois são aqueles que possibilitam, em última instância, dirimir dúvidas sobre a identidade das espécies. Chama atenção, assim, o pequeno número de exemplares tipos incluídos no acervo das coleções mineiras. A consequência prática disto é que, na maioria das vezes em que a identificação de exemplares coletados em Minas Gerais exigir sua comparação com espécimes previamente identificados, os profissionais mineiros têm de visitar uma instituição fora do estado ou do país, ou tomar material emprestado para fazê-lo. As principais causas para isto são: *a)* o receio de que este valioso material se perca, dadas as condições precárias da maioria das coleções e, principalmente, *b)* o fato de que não há taxonomistas associados à maioria das nossas coleções.

*Falta de taxonomistas associados às coleções:* Silveira *et al.* (2006) chamaram atenção para o fato de que, das poucas espécies novas de invertebrados descritas em anos recentes no Brasil e com registro em Minas Gerais, apenas 15% possuem material depositado em coleções sediadas neste Estado. Isto é explicado pelo fato de que a grande maioria das espécies novas de animais está sendo descrita por profissionais lotados em instituições de outros estados da federação. Pesquisadores de instituições mineiras participaram da autoria de apenas 12% dos artigos contendo descrições de novas espécies

de invertebrados com registros em Minas Gerais. Enquanto isto, pesquisadores paranaenses e paulistas foram autores de, respectivamente, 37% e 21% desses artigos. Quando se considera a autoria das descrições das espécies, os mineiros ajudaram a descrever 8% das espécies registradas para Minas Gerais, enquanto paranaenses e paulistas contribuíram com a descrição de 31% e 26%, respectivamente.

*Falta de tombamento e informatização do acervo:* A maioria das coleções possui um livro de tomo, mas, na maioria das vezes, apenas parte do acervo está registrada. Por outro lado, poucas são as que têm os dados registrados em banco de dados computadorizado e raríssimas as que possuem algum tipo de informação referente à coleção disponível na internet. Estes fatos dificultam o controle do acervo e o acesso aos exemplares e às informações associadas a eles, reduzindo o valor das coleções.

*Falta de comprometimento institucional:* Esta é, sem dúvida alguma, a causa principal de todos os demais problemas vividos pelas coleções. As coleções mineiras, em sua grande maioria, não são institucionalizadas, mas consideradas componentes dos laboratórios onde estão sediadas. Em geral, seus curadores têm dificuldade em convencer seus pares e dirigentes sobre a importância de seus acervos, e o acesso a verbas, espaço físico e pessoal de apoio é muito difícil. Já foi mencionado, por exemplo, que apenas as coleções de três instituições possuem espaço físico próprio. Por outro lado, apenas as coleções de uma delas possuem dotação orçamentária específica (considerada insuficiente pelos curadores), cabendo aos curadores das demais levantar recursos externos para a sua manutenção. Isto é feito através de desvio de recursos de projetos de pesquisa e, muito frequentemente, com recursos pessoais. O principal problema trazido pelo não reconhecimento das coleções como patrimônio das instituições é a ameaça à sua continuidade e integridade após o desligamento de seus curadores. São vários os casos de coleções que são abandonadas e até mesmo descartadas, com perda de material precioso para a ciência.

Considerando os problemas acima, temos, portanto, que grande parte do pequeno acervo zoológico de Minas Gerais está sob risco de ser destruído por ação da umidade, da temperatura e da luminosidade inadequadas, bem como pelo ataque de insetos e fungos. Mesmo aquela porção atualmente em boas condições de conservação está frequentemente mal organizada e, portanto, inacessível para estudo. Finalmente, não há garantia de que o acervo disponível, hoje, será preservado para as próximas gerações. Com isto, ficam indisponíveis para o Estado, as preciosas informações que elas guardam sobre nossa biodiversidade.



## **Metas, Prioridades e Urgências**

As coleções taxonômicas são de grande importância para o conhecimento da biodiversidade e, no caso de Minas Gerais, imprescindíveis para receber os exemplares dos muitos inventários e expedições de coleta necessárias para o conhecimento da biota das várias regiões do Estado. Infelizmente, devidos aos problemas apontados acima, as coleções não estão preparadas para esta tarefa. Para que possam exercer suas funções e apoiar o desenvolvimento das pesquisas, principalmente nas áreas da sistemática e taxonomia, faunística, florística e conservação, é preciso que se atente para as seguintes demandas:

### **a) Melhoria e ampliação da infraestrutura de coleções no Estado**

Não há espaço físico disponível para abrigar espécimes advindos de um esforço grande de coleta, como se espera que ocorra ao longo do desenvolvimento do Biota Minas. Por isto, é preciso ampliar a capacidade de armazenamento existente. Para isto, é preciso disponibilizar recursos para construção e reforma de instalações. Deve-se atentar tanto para o suporte e melhoria das coleções existentes, quanto para a criação de coleções regionais, onde elas ainda não existirem. Sugere-se que tais recursos sejam disponibilizados através de editais específicos.

Deve-se enfatizar, aqui, a necessidade de estabelecimento de mecanismos de suporte a longo prazo das nossas coleções. Neste aspecto, é importante notar que nossas leis ambientais obrigam que se deposite em coleções públicas todo o material biológico coletado em conexão com estudos de impacto ambiental. Entretanto, não foi feito, por parte dos legisladores e órgãos ambientais, nenhum esforço para oferecer recursos a essas coleções para que elas possam, efetivamente, conservar este material, que consiste em um influxo considerável (e importante, ressalte-se) de exemplares para as coleções. Por isto, sugere-se que o Estado de Minas Gerais crie a obrigação de se incluir nos custos dos projetos de estudos ambientais realizados no Estado (EIA-RIMAs, por exemplo) recursos a serem repassados às instituições que receberão os exemplares advindos desses estudos. Por outro lado, para evitar a contínua exportação de espécimes de nossa fauna para outros estados, o depósito de tais espécimes deveria ser feito obrigatoriamente em instituições mineiras, sempre que houver coleções capazes de mantê-los.

## **b) Suporte à contratação de pessoal técnico qualificado**

Um dos principais problemas enfrentados pelas coleções zoológicas no Brasil se refere aos trabalhos de organização, manutenção e ampliação, executados por pesquisadores e não por gerenciadores de coleções (Heyer, 2004) e técnicos. Como os pesquisadores e/ou docentes estão sobrecarregados com as atividades inerentes às suas funções, seu tempo para desempenharem as atribuições como curadores é muito limitado (Peixoto, 2003). Desta forma, é necessário que se apóie a contratação de pessoal qualificado para gerenciar e manter as nossas coleções. Isto poderia ser conseguido, enquanto as instituições não conseguem a incorporação de pessoal efetivo, através da disponibilização de bolsas de apoio técnico e/ou de desenvolvimento científico e tecnológico.

## **c) Suporte à fixação de novos sistematistas/taxonomistas associados às coleções mineiras**

Não basta haver coleções. É preciso que haja, associados a elas, profissionais capazes de utilizar os seus acervos para gerar novos conhecimentos sobre a taxonomia dos organismos. Silveira *et al.* (2006), por exemplo, estimaram que houvesse em torno de 10 taxonomistas de invertebrados trabalhando em instituições mineiras (este número é ainda menor quando se consideram os vertebrados). Desses, oito trabalhariam com insetos, dois com moluscos e um com onicóforos. Pelo menos dois desses taxonomistas (um malacologista e um entomólogo), entretanto, já não estão na ativa ou já se transferiram do estado. Para que as coleções possam apoiar integralmente o desenvolvimento dos projetos do Biota Minas, é interessante que se incentive a associação de taxonomistas aos seus acervos. Isto poderia ser feito através da oferta de bolsas de pós-doutorado ou outras equivalentes, que permitissem a jovens taxonomistas trabalharem com os acervos das coleções mineiras.

## **d) Suporte ao intercâmbio com pesquisadores de outras instituições**

Um problema atual das coleções e que tende a se agravar com a implementação do Biota Minas é a desorganização dos acervos por falta de pessoal qualificado para identificar o material depositado. Um dos mecanismos empregados pelas instituições mantenedoras de coleções taxonômicas é o

oferecimento de suporte financeiro (passagens, diárias e bolsa) para taxonomistas convidados a trabalhar na organização do acervo dos grupos nos quais eles são especialistas. Tais bolsas, em geral, têm duração curta (de poucas semanas a poucos meses). Este mecanismo poderia ser oferecido através de editais específicos da FAPEMIG a coleções credenciadas.

### **e) Formação de pessoal**

A necessidade crescente de se conhecer a nossa biodiversidade, frente à crise ambiental que vivenciamos, tem levado a uma demanda crescente por taxonomistas, maior que a disponibilidade desses profissionais. Por isto, seria importante que o estado apoiasse a formação desses profissionais em Minas Gerais. Para isto, poder-se-ia criar uma cota de bolsas nos níveis de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado para estudantes que se disponham a executar projetos de taxonomia/sistemática com base em instituições mineiras, principalmente daquelas que mantenham coleções taxonômicas.

Por outro lado, é necessário investimento na capacitação de profissionais para os trabalhos técnicos de manutenção de coleções. Assim, o apoio a cursos de preparação de material, gerenciamento de bancos de dados, dentre outros, seria uma forma de melhorar a qualidade do acervo mineiro, bem como de aumentar a sua durabilidade.

## Referências Bibliográficas

- Haddad, C.F.B. 1998. Biodiversidade de anfíbios do Estado de São Paulo. In: R.M.C. Castro (ed.). *Biodiversidade no Estado de São Paulo*. vol.6, Vertebrados. FAPESP.
- Heyer, W.R. 2004. Historical Perspectives: Paulo Emilio Vanzolini. *Copeia*, 2004:184-189.
- International Commission on Zoological Nomenclature. 1999. *International Code of Zoological Nomenclature*. 4ª ed. London, International Commission on Zoological Nomenclature. 306p.
- Kunz, T.S.K., I.R. Ghizoni-Jr, W.L.R. Santos & P.A. Hartmann. 2007. Nota sobre a coleção herpetológica da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). *Biotemas* 20(3):127-132.
- Lewinsohn, T.M. & P.I. Prado. 2002. *Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento*. São Paulo: Contexto. 176p.
- Lütken, C.F. 2001. Peixes do Rio das Velhas: Uma contribuição para a ictiologia do Brasil (tradução do original em dinamarquês de 1875, p.23-164. In: C.B.M. Alves & P.S. Pompeu (org.) *Peixes do Rio das Velhas: Passado e Presente*. Belo Horizonte, SEGRAC.
- Martins, U.R. 1994. A coleção taxonômica, p.19-43. In: N. Papano. (org.), *Fundamentos Práticos de Taxonomia Zoológica*. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista.
- Mayr, E. 1982. *The Growth of Biological Thought. Diversity, Evolution and Inheritance*. Cambridge, Belknap. 974p.
- Peixoto, O.L. 2003. Anfíbios em coleções científicas no Brasil: uma aproximação, p.169-181. In: A.L. Peixoto (org.). *Coleções Biológicas de Apoio ao Inventário, Uso Sustentável e Conservação da Biodiversidade*. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Prudente, A.L. da C. (coord.). 2005. *Coleções brasileiras de vertebrados: estado-da-arte e perspectivas para os próximos dez anos*. Disponível em: [www.cria.org.br/cgee/documentos/CAIFO123.doc](http://www.cria.org.br/cgee/documentos/CAIFO123.doc). Acesso em: jun. de 2008.
- Silveira, F.A., A.F. Kurnagai & M.A. Carneiro. 2006. *Biodiversidade de invertebrados em Minas Gerais: O estado atual do conhecimento taxonômico e sua utilização em estudos ambientais*. Palestras do Congresso Mineiro de Biodiversidade [CD-ROM]. Belo Horizonte.
- Suarez, A.V. & N.D. Tsutsui. 2004. The value of museum collections for research and society. *Bioscience* 54:66-74.
- Vanzolini, P.E. 2004. *Episódios da Zoologia Brasileira*. Editora UCI-TEC, São Paulo.
- Wied-Neuwied, M. 1940. *Viagem ao Brasil*. São Paulo, Companhia Editora Nacional, vol. 1. Coleção Brasileira Grande Formato.





# **Coleções** **Vivas - Fauna**

Humberto Espírito Santo de Mello

Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte.

A conservação da biodiversidade não é apenas uma questão de salvamento das espécies e seus habitats. Ela envolve uma combinação de fatores relacionados aos ecossistemas naturais e à sociedade humana, tornando-se uma prática extremamente complexa. A urgente necessidade de solucionar os problemas ambientais demanda medidas imediatas, uma vez que o nível de ameaça às espécies e aos ecossistemas é considerável e crescente. Nos últimos dez anos, as mudanças climáticas, a utilização insustentável dos recursos naturais e os impactos negativos provocados por espécies invasoras somam-se a uma longa lista de ameaças que resultam na perda da biodiversidade ao longo de toda uma região.

Conservar efetivamente a biodiversidade de uma região requer, portanto, estratégias que integrem o seu conhecimento e os fatores que a ameaçam, bem como a identificação de soluções inovadoras para os problemas ambientais, além do estabelecimento de parcerias para implementar novas ações. O conhecimento científico das interconexões de todos os sistemas vivos e dos habitats aumentou muito nos últimos anos e é cada vez mais evidente que a conservação, para ser bem sucedida, necessita da cooperação institucional, numa abordagem global.

No desenvolvimento destas parcerias, cabem aos jardins zoológicos, aquários, criadouros científicos e conservacionistas práticas e ações em prol da conservação *ex situ* dos componentes da diversidade biológica, através do manejo de populações em cativeiro, otimizando suas chances de sobrevivência, aumentando a longevidade e reprodução, observando efeitos de degeneração genética, e atentando para a importância do comportamento social e bem estar físico e psicológico das espécies. Cabem a estas entidades, no uso de suas atribuições, adotar medidas para recuperação e reabilitação das espécies ameaçadas e manter um banco de germoplasma com o propósito de manejar a variabilidade genética entre e dentro das espécies, além de fornecer subsídios para a educação, informação pública e pesquisa científica aplicadas no conhecimento das populações naturais e seus habitats.

A Figura 1, segundo a WAZA (2005) mostra um modelo de como os esforços de cooperação entre jardins zoológicos e aquários, universidades e organizações de pesquisa podem promover o estudo científico, mesmo em instituições que não possuam pesquisadores próprios e instalações laboratoriais adequadas.



**Figura 1.** Padrões de esforço cooperativo entre jardins zoológicos, universidades e organizações de pesquisa (traduzido de WAZA, 2005).



Várias medidas são necessárias para a conservação *ex situ* da diversidade biológica, tais como: recuperação e reabilitação das espécies ameaçadas, manutenção de banco de germoplasma com o propósito de manejar a variabilidade genética entre e dentro das espécies, fornecer subsídios para a educação, informação pública e pesquisa científica aplicadas no conhecimento das populações naturais e seus habitats.

Enquanto que a criação de espécies em cativeiro é fundamental para a sobrevivência de muitos animais no futuro, é importante que estoques demográficos e genéticos sejam um método de prevenir a extinção, juntamente com a manutenção destes em seu habitat natural.

As medidas qualitativas que indicam o sucesso das ações conservacionistas se refletem em: (1) aumento de populações viáveis em meio silvestre; (2) aumento de habitats sustentáveis e seguros; (3) maior aplicabilidade do conhecimento sobre a biologia e ecologia das espécies; (4) aumento da consciência política sobre as questões ambientais, com tomadas de decisões favoráveis ao ambiente e às prioridades conservacionistas; e (5) aumento da capacitação através da educação, sensibilização e formação da opinião pública.

Atualmente, a simples manutenção de animais em cativeiro torna-se insuficiente. Seria ainda impossível descrever todos os temas de pesquisa que poderiam ser realizados em instituições mantenedoras de coleções vivas. Contudo, de acordo com a WAZA (2005), podemos incluir os temas em três principais categorias: (1) pesquisa no âmbito das ciências biológicas puras e aplicadas; (2) pesquisa ligada à conservação *in situ*; e (3) pesquisa direcionada para identificar e melhorar as ações institucionais com o público, como percepção, aprendizagem, eficácia das instalações e programas, marketing e outros.

As atividades de pesquisa tendem a se expandir na medida em que há necessidade de conhecimentos puros e aplicados das ciências biológicas, incluindo a biologia de pequenas populações, bem-estar animal, ecologia, fisiologia, nutrição, comportamento, biologia reprodutiva, genética, evolução, taxonomia e medicina veterinária silvestre.

Os recursos para a pesquisa são limitados e devem ser cuidadosamente destinados. Deve ser dada prioridade à investigação que tenha claras implicações na preservação de espécies, populações e habitats de origem (WAZA, 2005), onde inclui-se o financiamento, dentre outros, de pesquisadores, equipamentos, materiais e instalações adequadas.

Observações sistemáticas e a manutenção de registros são essenciais para avançar no manejo de coleções zoológicas. O conhecimento sobre a biologia populacional vem se desenvolvendo. Avanços tecnológicos em reprodução animal, incluindo estudos de biologia molecular, criopreservação de gametas, fertilização *in vitro*, transferência de embriões e inseminação artificial, são importantes meios para a manutenção da diversidade genética em populações pequenas e fragmentadas. Dosagens hormonais identificam o nível de estresse dos animais cativos, sendo que este estado

pode interferir no comportamento animal, incluindo o desenvolvimento de doenças, prejuízos no crescimento e no comportamento reprodutivo. Muitas dosagens químicas para imobilização animal vêm sendo testadas, uma vez que a evasão de animais de seus recintos pode ser um problema quando se trata, principalmente, de carnívoros e primatas; assim como métodos de diagnose e tratamento. O monitoramento de animais através de rádio-telemetria, bem como os métodos de identificação individual, são instrumentos valiosos para o conhecimento da biologia das espécies. A alimentação em cativeiro vem sendo estabelecida através da combinação da pesquisa de campo, análise nutricional e estudos comportamentais (Shepherdson, 1998; Young, 2003). Programas de educação ambiental para o público são implementados e pesquisas são desenvolvidas para obter-se informações sobre a opinião e preferência dos visitantes, a eficiência da exibição e para produção de material informativo e educativo. A tabela 1 ilustra a extensão e as relações dos temas considerados.

**Tabela 1.** Principais disciplinas envolvidas no estudo de temas prioritários na pesquisa básica e aplicada em zoológicos e aquários (traduzida de WAZA, 2005).

TEMAS DE ESTUDO	ANATOMIA E MORFOLOGIA	BIOGEOGRAFIA	ECOLOGIA	EDUCAÇÃO	ETOLOGIA	GENÉTICA	NUTRIÇÃO	FISIOLOGIA	BIOLOGIA DE POPULAÇÕES	CIÊNCIAS SOCIAIS	SISTEMÁTICA E TAXONOMIA	MEDICINA VETERINÁRIA
Armazenamento de material biológico	X					X			X		X	X
Bem-estar	X		X		X		X	X				X
Biotecnologia	X					X	X	X				X
Comportamento			X		X	X	X	X				X
Contracepção	X				X			X				X
Doenças	X	X	X		X	X	X	X				X
Domesticação	X		X		X	X	X	X	X			
Enriquecimento Ambiental	X		X		X			X				
Envelhecimento	X		X		X	X	X	X	X		X	X
Estudos sobre visitantes				X	X					X		
Evolução	X	X	X		X	X	X	X	X			X
Gestão de populações		X	X		X	X	X	X	X		X	X

continua >

continuação

TEMAS DE ESTUDO	ANATOMIA E MORFOLOGIA	BIOGEOGRAFIA	ECOLOGIA	EDUCAÇÃO	ETOLOGIA	GENÉTICA	NUTRIÇÃO	FISIOLOGIA	BIOLOGIA DE POPULAÇÕES	CIÊNCIAS SOCIAIS	SISTEMÁTICA E TAXONOMIA	MEDICINA VETERINÁRIA
Identificação	X				X	X	X	X			X	
Manejo	X		X		X	X	X	X	X			X
Nutrição	X		X		X	X	X	X	X		X	X
Reprodução	X		X		X	X	X	X	X			X
Taxonomia	X	X			X	X	X	X			X	

As instituições mantenedoras de fauna silvestre com finalidades científicas têm, ainda, um papel importante no que diz respeito à promoção da saúde pública na medida em que desenvolvem pesquisas visando a produção de medicamentos essenciais e imunológicos, assim como pesquisas com toxinas animais.

Um dos grandes desafios enfrentados para a conservação *ex situ* da biodiversidade é o planejamento e a construção de recintos adequados à manutenção do repertório comportamental e genético dos animais. O enriquecimento ambiental possui papel significativo na criação desses animais, visando o aumento da diversidade comportamental e redução na frequência de comportamentos anormais. Na reprodução e reintrodução de espécies cativas em habitats naturais, em circunstâncias adequadas, as instituições podem contribuir de várias maneiras, tais como: fornecer conhecimento e espécimes viáveis; identificar unidades populacionais reprodutoras; estabelecer unidades sociais adequadas ao êxito reprodutivo e de criação; e atender às necessidades comportamentais, nutricionais e aos padrões de bem-estar. Ao combinar estes aspectos de manutenção com o treinamento pré-soltura e a aclimação com a condução de pesquisas que aprimorem o sucesso reprodutivo e de reintrodução, animais aptos podem ser encaminhados, com sucesso, ao meio silvestre.

Associados aos trabalhos de cativeiro, os estudos de campo podem variar de curto a longo prazo. Pesquisas e levantamentos preliminares específicos podem ser altamente eficazes na identificação de problemas e na investigação dos processos de manutenção e manejo das espécies, incentivando inclusive mudanças políticas. As pesquisas de longa duração podem mostrar como os animais vivem em estado selvagem e que ameaças enfrentam, subsidiando as ações de conservação. Para tal, é necessário o investimento em recrutamento e formação de profissionais que sejam versados nas questões sociais, econômicas e em princípios institucionais, associados à experiência e ao conhecimento biológico.

Apesar da falta de uma definição concisa sobre as instituições mantenedoras de fauna silvestre, somados a uma diversidade de tipos e dimensões de jardins zoológicos e criadouros, estima-se que existam no mundo mais de 10.000 nesta categoria. O número de instituições participantes de organizações nacionais, regionais ou internacionais é de aproximadamente 1.500. Estas organizações demonstram oficialmente seu desejo de trabalhar de forma estruturada rumo a um futuro comum, abrigando 1,8 milhões de espécimes de 10.000 taxa, predominantemente grandes vertebrados, com crescente proporção de espécies ameaçadas. Espera-se que algumas centenas de instituições que não estejam oficialmente registradas possam ser incluídas neste grupo.

A Sociedade de Zoológicos do Brasil registra 84 instituições colaboradoras. Dentre elas, sete pertencem ao Estado de Minas Gerais. Das instituições mineiras que abrigam coleções vivas registradas no IBAMA, cujas categorias são descritas na legislação de proteção à fauna, aproximadamente 12 são jardins zoológicos; 60 são criadouros conservacionistas, que estão envolvidos na conservação das espécies, auxiliando a manutenção de animais silvestres em condições adequadas de cativeiro e dando subsídios ao desenvolvimento de estudos sobre sua biologia e reprodução; e 40 são criadouros comerciais, cuja produção de espécies é destinada ao comércio, seja do próprio animal ou de seus produtos e subprodutos.

Não resta dúvida que os zoológicos, os aquários e os criadouros científicos e conservacionistas são reservatórios inesgotáveis de conhecimento biológico e o grande número de profissionais e visitantes que os frequentam faz com que se tornem responsáveis pelo aumento da conscientização pública sobre os valores irrecuperáveis da natureza.

## Referências Bibliográficas

Shepherdson, D.J., J.D. Mellen & M. Hutchins. 1998. *Second Nature: environmental enrichment for captive animals*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution. ISBN 1560983973

World Zoo and Aquarium Association - WAZA. 2005. *Building a Future for Wildlife - The World Zoo and Aquarium Conservation Strategy*. ISBN 3-033-00427-X

Young, R.J. 2003. *Environmental enrichment for captive animals*. UFAW, Blackwell Publishing, Oxford. ISBN: 0632064072



# Herbários

Alexandre Salino

Universidade Federal de Minas Gerais

## Herbário: Definição e Importância

Um herbário é uma coleção de plantas secas e prensadas afixadas em cartolinas e devidamente etiquetadas, guardadas segundo a sequência de uma classificação. Algumas plantas (suculentas) ou partes de plantas (frutos e sementes) também são conservadas em meio líquido. Além disso, porções volumosas de algumas plantas (ex. inflorescências de palmeiras, frutos grandes etc.) são desidratadas sem prensagem. Alguns herbários possuem carpoteca e xiloteca, que são coleções de frutos e madeiras, respectivamente.

Um herbário tem cinco funções principais, segundo Stace (1980) e Bridson & Forman (1992):

1. Armazenamento de exemplares de referência da flora.
2. Meio para identificação de plantas através da comparação com espécimes já identificados.
3. Manutenção de banco de dados sobre plantas, que permite a realização de pesquisas científicas na área de botânica e ecologia. Os herbários são essenciais para pesquisas em sistemática vegetal e para preparação de monografias e floras. Uma coleção ampla, com quantidade grande de exemplares de cada táxon, é de extrema importância e insubstituível. As coleções depositadas em herbários permitem a pesquisa de fenologia, distribuição geográfica e conservação de espécies, bem como a recuperação de informações sobre a situação de ambientes já não mais existentes.
4. Preservação de espécimes-testemunhos, como tipos nomenclaturais (os mais importantes) e testemunhos de estudos genéticos, ecológicos, químicos e fitogeográficos.
5. Uso no ensino de graduação e pós-graduação. O herbário pode ser usado na formação de recursos humanos.

A capacidade que os herbários têm de armazenar espécimes por longo período de tempo permite que muitas gerações de pesquisadores possam examinar os mesmos exemplares, permitindo assim, a reinterpretção de táxons à luz de novas técnicas e conhecimentos. Segundo Schatz (2002), grande parte do conhecimento da diversidade biológica provém do estudo de coleções pelos taxonomistas.



## Histórico

A idéia de prensagem e secagem de plantas parece ter tido origem com Luca Ghini (1490-1556), um professor de botânica da Universidade de Bolonha, na Itália (Bridson & Forman, 1992; Mayr, 1998). Ressalta-se que Luca Ghini também foi o criador do primeiro jardim botânico, em 1543 (Mayr, 1998). Entre os discípulos de Ghini, destacam-se Ulisse Aldrovandi e Andrea Cesalpino, que criaram seus respectivos herbários. De acordo com Stafleu & Cowan (1976), o primeiro herbário institucional foi o *Museum Rerum Naturalium*, de Bolonha, Itália, com coleções de Ulisse Aldrovandi, sendo as mais antigas datadas de 1551 ou 1554. O herbário de Aldrovandi contava com 4.760 espécimes e foi considerado o maior herbário do século XVI. Atualmente este herbário está incorporado ao herbário da Universidade de Bolonha (BOLO). Cesalpino estruturou dois herbários, sendo que um foi perdido e o outro, fundado em 1563, está hoje incorporado ao herbário de Florença (FI) (Stafleu & Cowan, 1976). Segundo Mayr (1998), os herbários eram indispensáveis para a coleção de plantas exóticas, pois a maioria das plantas não suetas foi descrita por Linnaeus com base em espécimes de herbários. Os grandes avanços na classificação de plantas, na segunda metade do século XVI, foram consideravelmente facilitados pela nova tecnologia dos herbários, que permitia uma referência retrocedente aos espécimes de todas as estações do ano (Mayr, 1998). Entretanto, foi no período de Linneu (1707-1778) que a técnica de herborização se espalhou pela Europa.

## Herbários no Brasil

Segundo Peixoto *et al.* (2006), há no Brasil 150 herbários, dos quais 125 são ativos em intercâmbio de dados e materiais científicos, sendo 87 registrados no *Index Herbariorum* e 23 credenciados como fiéis depositários junto ao Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN). O *Index Herbariorum* é um projeto conjunto da International Association for Plant Taxonomy (IAPT) e do New York Botanical Garden (NYBG), onde estão listados os herbários institucionais do mundo com algumas informações básicas dos mesmos, incluindo os pesquisadores associados. Atualmente o *Index Herbariorum* conta com 3.293 herbários cadastrados, pertencentes a 168 países, e envolvem 10.060 pesquisadores associados às coleções. Informações sobre o *Index Herbariorum* e os herbários cadastrados podem ser acessadas na página [www8.ufgrs.br/taxonomia/](http://www8.ufgrs.br/taxonomia/). Há, também,

uma versão impressa do Index Herbariorum elaborada por Holmgren *et al.* (1990)(8ª edição). No Brasil, há um projeto que reúne informações dos herbários brasileiros na internet, a Rede Brasileira de Herbários, que pode ser acessada pelo seguinte link [www8.ufrgs.br/taxonomia/](http://www8.ufrgs.br/taxonomia/).

Os herbários brasileiros abrigam cerca de 6 milhões de exemplares (Peixoto *et al.*, 2006). Dos 125 herbários ativos, 16 possuem mais de 100 mil espécimes em suas coleções (Tabela 1; Figura 1), sendo que apenas um está no Estado de Minas Gerais (Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais - BHCB). Dentre os herbários brasileiros que abrigam coleções de abrangência nacional, destacam-se o do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), o do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R) e o do Instituto de Botânica de São Paulo (SP). Os outros 13 herbários com mais de 100 mil exemplares abrigam coleções regionais representativas de um ou de alguns Estados do país.

O primeiro herbário institucional do Brasil foi o do Museu Nacional do Rio de Janeiro, fundado em 1808. Dos herbários mais representativos, mais dois foram criados no século XIX, o do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (1890) e o do Museu Paraense Emílio Goeldi (1895). Os outros herbários representativos foram instituídos no século XX, entre 1917 e 1980 (Tabela 1).

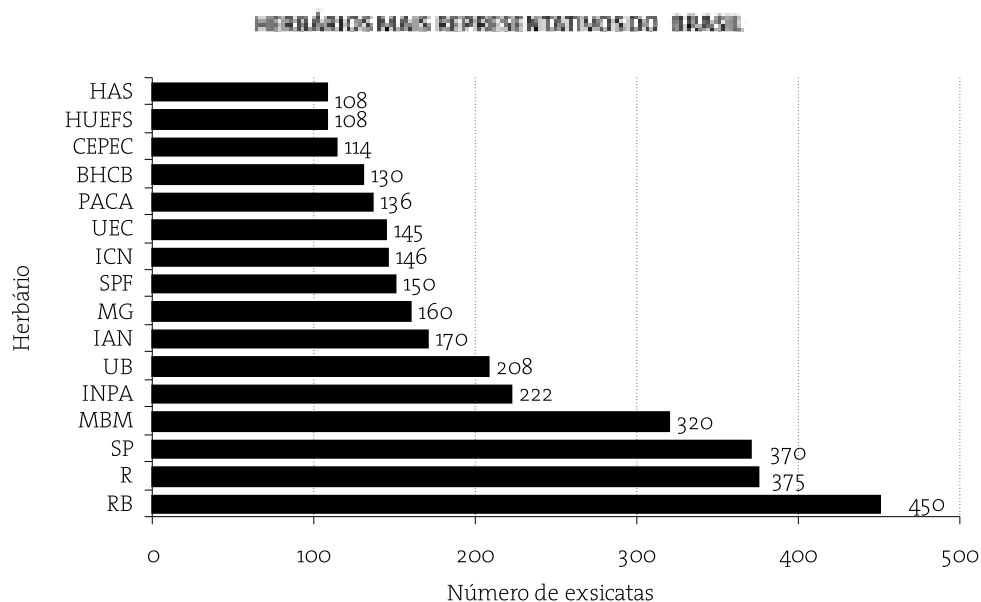
## **Panorama Geral dos Herbários em Minas Gerais**

O Estado de Minas Gerais possui 18 herbários, dos quais 14 estão ativos em intercâmbio de dados e materiais científicos. O herbário institucional mais antigo é o da Universidade Federal de Ouro Preto (OUPR), fundado em 1892. A maior parte dos herbários do Estado foi criada no século XX (Tabela 2) e apenas seis foram criados no século XXI.

Os 18 herbários de Minas Gerais abrigam cerca de 432 mil exemplares, dos quais 208 mil (48%) estão depositados em herbários de Belo Horizonte, sendo que o único a possuir mais de 100 mil exemplares (130 mil exsicatas) é o da UFMG (BHCB). Três herbários possuem pouco mais de 50 mil (PAMG, HUFU, CESJ), cinco entre 15 e 36 mil e cinco com menos de 10 mil exemplares (Tabela 2; Figura 2).

**Tabela 1.** Herbários mais representativos (com mais de 100 mil espécimes) do Brasil, com os respectivos números de exsicatas e ano de criação.

<b>HERBÁRIO</b>	<b>SIGLA DO HERBÁRIO</b>	<b>NÚMERO DE EXSICATAS</b>	<b>ANO DE CRIAÇÃO</b>
Jardim Botânico do Rio de Janeiro - RJ	RB	450.000	1890
Museu Nacional do Rio de Janeiro - RJ	R	375.000	1808
Instituto de Botânica de São Paulo - SP	SP	370.000	1917
Museu Botânico Municipal de Curitiba - PR	MBM	320.000	1965
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - AM	INPA	222.000	1954
Universidade de Brasília - DF	UB	208.000	1963
Instituto Agrônomo do Norte- Embrapa - PA	IAN	170.000	1945
Museu Paraense Emilio Goeldi - PA	MG	160.000	1895
Universidade de São Paulo - SP	SPF	150.000	1932
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - RS	ICN	146.000	1937
Universidade Estadual de Campinas - SP	UEC	145.000	1974
Instituto Anchieta - RS	PACA	136.000	1932
Universidade Federal de Minas Gerais - MG	BHCB	130.000	1969
Centro de Pesquisas do Cacau – Embrapa - BA	CEPEC	114.000	1965
Universidade Estadual de Feira de Santana - BA	HUEFS	108.000	1980
Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul - RS	HAS	108.000	1975



**Figura 1.** Números de exsicatas dos herbários do Brasil com mais de 100 mil espécimes. As siglas dos herbários seguem o especificado na Tabela 1.

De modo geral, os herbários de Minas Gerais abrigam coleções, muitas vezes de apenas algumas regiões do Estado; o BHCB possui coleções de diversas regiões do Estado, mas com uma concentração maior da Cadeia do Espinhaço e Quadrilátero Ferrífero; o BHZB, do Quadrilátero Ferrífero e norte do Estado; CESJ, da região de Juiz de Fora, incluindo Serra de Ibitipoca e Serra Negra; DIAM, da região de Diamantina; ESAL, da região de Lavras, Carrancas e sul do Estado; HUFU, do Triângulo Mineiro e região da Serra da Canastra; GFJP e HUEMG, da região de Carangola, Serra do Brigadeiro e Serra do Caparaó; HMC, da região de Montes Claros; HPUC, dos arredores de Belo Horizonte; HXBH, da região metropolitana de Belo Horizonte e norte do Estado; OUPR, da região de Ouro Preto e Mariana; PAMG, do Quadrilátero Ferrífero e norte do Estado; VIC, da Zona da Mata Mineira. Os herbários pequenos são importantes por abrigar coleções de áreas não representadas em grandes herbários.

Os herbários existentes em Minas Gerais, com a localização, número de exemplares e ano de criação estão relacionados na tabela 2. O nome do curador e o e-mail de contato de cada herbário estão relacionados no anexo 1.

O total de exemplares depositados em herbários de Minas Gerais (ca. 432 mil) é inferior ao total do acervo do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (450 mil) e pouco superior ao de alguns outros herbários, como o do Museu Nacional do Rio de Janeiro (375 mil) e o do Instituto de Botânica de São Paulo (370 mil). O número de exemplares é elevado (432 mil), mas representa apenas 0,74 exsicata/km<sup>2</sup>, já que o Estado possui aproximadamente 587 mil km<sup>2</sup>. No entanto, esta relação não reflete tanto a realidade, já que nem todas as amostras dos herbários pertencem a localidades do Estado. No momento, é difícil estabelecer com precisão que porcentagem dos espécimes é de Minas Gerais, mas estima-se em aproximadamente 80%, o que daria uma relação de 0,59 exsicata/km<sup>2</sup>. Esta proporção é muito semelhante à do Estado de São Paulo em 1998 (0,5 exsicata/km<sup>2</sup>), depois do acréscimo de 18.000 espécimes aos herbários paulistas oriundos do programa de coletas do projeto “Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo” (Shepherd, 1998). Diferentemente dos maiores herbários dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, os herbários mineiros sempre tiveram enfoque regional nas suas coleções. Segundo dados levantados por Shepherd (2003), há pesquisadores que acreditam que o valor de uma única exsicata/km<sup>2</sup> seria adequado para áreas de vegetação tropical. No entanto, o mesmo autor relata que este valor (1 exsicata/km<sup>2</sup>) pode ser razoável para se ter uma idéia geral da riqueza de uma região, mas não é suficiente para o levantamento completo da flora dessa área.

**Tabela 2.** Herbários de Minas Gerais com os respectivos números de exsicatas e ano de criação.

HERBÁRIO/INSTITUIÇÃO	SIGLA DO HERBÁRIO	NÚMERO DE EXSICATAS	ANO DE CRIAÇÃO
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	BHCB	130.000	1968
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)	PAMG	55.000	1974
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	HUFU	52.000	1941
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)	CESJ	51.000	1986
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)	OUPR	36.000	1892
Universidade Federal de Viçosa (UFV)	VIC	31.500	1930

continua >

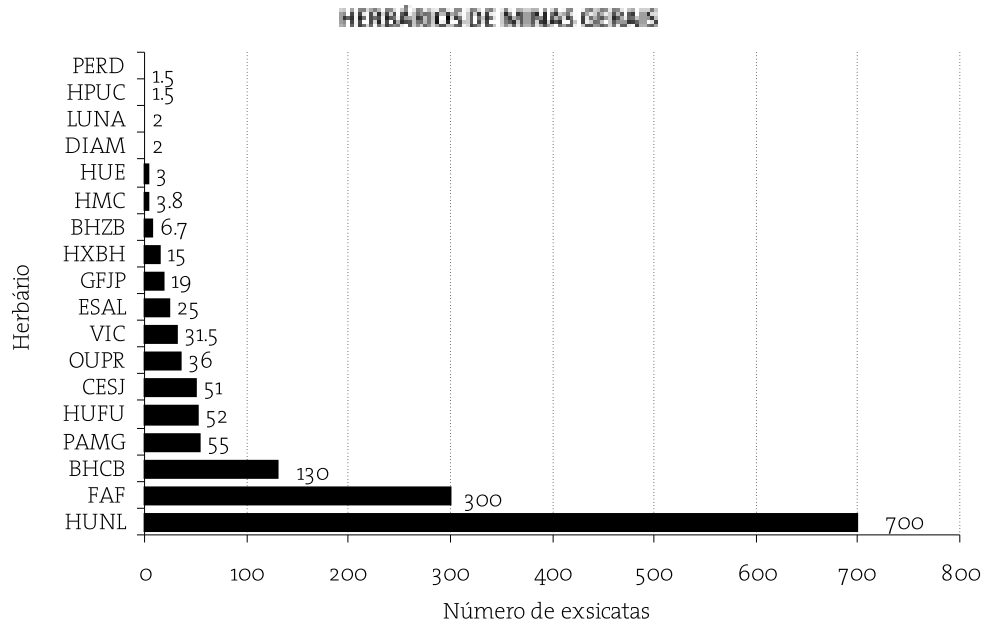
continuação

<b>HERBÁRIO/INSTITUIÇÃO</b>	<b>SIGLA DO HERBÁRIO</b>	<b>NÚMERO DE EXSICATAS</b>	<b>ANO DE CRIAÇÃO</b>
Universidade Federal de Lavras (UFLA)	ESAL	25.000	1976
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC)	HXBH	15.000	1978
Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG)	GFJP	19.000	1986
Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte (FZBH)	BHZB	6.700	1992
Universidade Estadual de Montes Claros (UEMC)	HMC	3.800	2001
Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG)	HUEMG	3.000	2006
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)	DIAM	2.000	2002
Centro Universitário de Lavras - UNILAVRAS	LUNA	2.000	2002
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MINAS)	HPUC	1.500	1998
Parque Estadual do Rio Doce – Instituto Estadual de Florestas (PERD – IEF)	PERD	1.500	1987
Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (UNILESTE)	HUNL	700	2005
Faculdade do Futuro (FAF)	FAF	300	2007

Com base nos resultados do programa de coletas do projeto “Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo”, Shepherd (2003) sugere a adoção da relação de três exsicata/km<sup>2</sup>. Para alcançar essa densidade de coleta em Minas Gerais, seria necessário um acervo total de 1,581.000 espécimes, aproximadamente quatro vezes o acervo atual total dos herbários mineiros.

Com relação à coleção de espécimes tipos, os herbários mineiros, em geral, são pouco representativos. No conjunto, abrigam cerca de 600 tipos nomenclaturais, sendo que 510 estão no herbário da UFMG (BHCB).

O estado de conservação dos acervos dos principais herbários de Minas Gerais é de regular a precário e todos apresentam problemas de infraestrutura física, de equipamentos e de pessoal, embora quase todos tenham infraestrutura mínima para armazenamento das coleções, o que permite o funcionamento dos mesmos. O apoio institucional que os herbários mineiros recebem é variável e aquém das necessidades e importância de cada um.



**Figura 2.** Números de exsicatas dos herbários de Minas Gerais. As siglas dos herbários seguem o especificado na Tabela 2.

Com relação ao grau de identificação dos acervos e confiabilidade das identificações, a situação é variável entre os herbários, sendo melhor nas coleções que têm maior número de taxonomistas associados.

Dos 18 herbários mineiros, nove estão registrados no *Index Herbariorum*. Nesta rede brasileira estão cadastrados 16 dos 18 herbários mineiros. Sete herbários estão credenciados como fiéis depositários junto ao Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN).

Dos 18 herbários de Minas Gerais, nove estão efetivando algum tipo de informatização, e oito não adotaram ainda nenhum processo de informatização. Os herbários que estão informatizando seus acervos estão usando programas básicos para bancos de dados simples, como Excell e Access, e dois (CESJ e PERD) adotaram o sistema Brahms (Botanical Research and Herbarium Management System).

A informatização dos acervos dos herbários mineiros é essencial para o gerenciamento das coleções, bem como para a disponibilização dos dados para a comunidade científica via internet. Esta informatização deve ser elaborada de forma a permitir a integração dos dados dos acervos com outras bases de dados de acervos do país. Além disso, a informatização deve contemplar a produção de imagens de espécimes, em especial dos tipos, para serem disponibilizadas na internet.

De modo geral, os herbários mineiros apresentam as mesmas necessidades, como insuficiência de espaço físico e mobiliário adequado para armazenamento e conservação dos espécimes, de equipamentos (ar condicionado, lupas, computadores etc.) e de material de consumo. Além disso, há grande carência de pessoal para trabalhar nas coleções, inclusive na informatização dos acervos. De modo geral, há poucos associados aos herbários mineiros. Dos 18 relacionados, apenas seis têm taxonomistas, sendo um herbário com cinco, um com três, um com dois e três com apenas um. A grande maioria dos herbários mineiros tem mais pesquisadores que trabalham com levantamentos florísticos e fitossociológicos. Dos 14 herbários, seis têm cursos de pós-graduação associados, sendo que apenas três formam taxonomistas em nível de mestrado e doutorado. Além disso, todos os herbários carecem de pessoal de apoio técnico para manutenção e gerenciamento dos acervos.

Esta situação de carência das coleções botânicas de Minas Gerais é a mesma da maioria das coleções do Brasil, conforme relatado por Barbosa & Peixoto (2003) e Peixoto *et al.* (2006).

## **Metas, prioridades e urgências**

A principal meta é o fortalecimento das coleções botânicas institucionais (herbários) existentes no Estado de Minas Gerais, de forma a torná-las adequadas para o recebimento e manutenção de novos espécimes coletados. Para tal será necessário investir recursos financeiros para adequação/ampliação das instalações, aquisição de equipamentos (armários, computadores, ar condicionado, lupas etc.) e contratação de pessoal para manutenção dos acervos, bem como previsão de verba para material de consumo e informatização através de softwares adequados.

Com base nas carências informadas pelos curadores dos herbários, podemos eleger como prioridades de investimentos nas coleções botânicas mineiras os seguintes itens: a) infraestrutura física adequada



para armazenamento dos espécimes; b) equipamento adequado para conservação e estudo dos espécimes; c) pessoal de apoio para manutenção e gerenciamento das coleções; d) material de consumo para manutenção e ampliação das coleções; e) informatização das coleções.

O fortalecimento das coleções botânicas (herbários) de Minas Gerais é primordial para o estudo e conservação da flora do Estado.

## Agradecimentos

Agradeço ao Dr. Marcos E. G. Sobral e Msc. Thais Elias Almeida pela leitura crítica do manuscrito.

## Referências Bibliográficas

- Barbosa, M.R.V. & A.L. Peixoto. 2003. Coleções botânicas brasileiras: situação atual e perspectivas, p.113-125. In: A.L. Peixoto (org.). *Coleções biológicas de apoio ao inventário, uso sustentável e conservação da biodiversidade*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Bridson, D. & L. Forman. 1992. *The herbarium handbook*. Royal Botanic Gardens, Kew. 3303p.
- Holmgren, P.K., N.H. Holmgren & L.C. Barnett. 1990. *Index Herbariorum. Part 1. The herbaria of the world*. 8ª. Ed. New York: The New York Botanical Garden.
- Mayr, E. 1998. *O desenvolvimento do pensamento biológico. Diversidade, evolução e herança*. Tradução de I. Martinazzo. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1.107pp.
- Peixoto, A.L., M.R.V. Barbosa, M. Menezes & L.C. Maia. 2006. 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, p.145-182. In: *Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade*. Brasília: Ministério de Ciências e Tecnologia.
- Schatz, G.E. 2002. Taxonomy and herbaria in service of plant conservation: lessons from Madagascar's endemic families. *Annals of Missouri Botanical Garden* 89:145-152.
- Shepherd, G.J. 1998. Estudo da diversidade de espécies de Spermatophyta (Fanerógamas) do Estado de São Paulo, p.65-76. In: C.E.M. Bicudo & G.J. Shepherd (ed.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo. Síntese do conhecimento ao final do século XX. 2: fungos macroscópicos e plantas*. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
- Shepherd, G.J. 2003. Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil. Plantas terrestres. Versão Preliminar. Ministério do Meio Ambiente.
- Stace, C.A. 1980. *Plant taxonomy and biosystematics*. London. Edward Arnold. 279p.
- Staffleu, F.A. & R. S. Cowan. 1976. *Taxonomic literature. A selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types*. Vol. 1. A-G. Second edition. Utrecht: Scheltema & Holkema.

**ANEXO 1.** Herbários de Minas Gerais com os nomes e e-mails dos curadores.

<b>HERBÁRIO/ INSTITUIÇÃO</b>	<b>CURADOR</b>	<b>E-MAIL</b>	<b>ENDEREÇO POSTAL</b>
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Alexandre Salino	salino@icb.ufmg.br	Herbário do Depto. de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas/UFMG - Av. Antônio Carlos, no. 6627 - Bairro Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP: 30123-970 - Cx.P. 486
Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)	Andréia Fonseca Silva	andreiafs@gmail.com	DPPE/EPAMIG - Av. José Cândido da Silveira, 1467 - Bairro União - Belo Horizonte - MG - CEP: Cx.P. 515, 30180-902 - Belo Horizonte - MG
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	Rosana Romero	romero@inbio.ufu.br	Universidade Federal de Uberlândia/Instituto de Biologia - Campus Umuarama, Bloco D - Uberlândia - MG - Cx.P. 593 - CEP: 38400-902
Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)	Fátima Regina G. Salimena	fatima.salimena@ufjf.edu.br	Herbário Leopoldo Krieger/ Instituto de Ciências Biológicas - ICB - Campus Universitário, s/n - Bairro: Martelos - Juiz de Fora - MG - CEP: 36036-900
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)	Viviane Renata Scalon	vrscalon@yahoo.com.br	Universidade Federal de Ouro Preto - DECBI/ECEB - Campus Universitário - Morro do Cruzeiro - Ouro Preto - MG - CEP: 35400-000
Universidade Federal de Viçosa (UFV)	Rosane Maria de Aguiar Euclides	roaguiar@ufv.br	Universidade Federal de Viçosa/ Depto. de Biologia Vegetal - Rua P. H. Rolfs, s/n - Cidade Universitária - Viçosa - MG - Cep: 36570-000
Universidade Federal de Lavras (UFLA)	Eduardo van den Berg	eduardo.lavras@gmail.com	Departamento de Biologia - Cx.P. 37 - Lavras - MG - CEP: 37200-000

continua &gt;

continuação

<b>HERBÁRIO/ INSTITUIÇÃO</b>	<b>CURADOR</b>	<b>E-MAIL</b>	<b>ENDEREÇO POSTAL</b>
Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC)	Sylvia Therese Meyer Ribeiro	sylviathereze@terra.com.br	Herbário e Xiloteca - CETEC/SAT - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC - Av. José Cândido da Silveira, 2000 - Bairro:Horto - Belo Horizonte - MG - Cx.P. 2306 - CEP: 31170-000
Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG)	Lúcio de Sousa Leoni	lucioleoni@ig.com.br	Herbário Guido Pabst - Cx.P. 90, 36.800-970 - Carangola - MG
Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte (FZBH)	Inês Ribeiro de Andrade	inribeiro@hotmail.com	Herbário da Fundação Zoo-botânica de Belo Horizonte - Av. Otacilio Negrão de Lima, 8000 - Bairro: Pampulha - Belo Horizonte -MG - Cep: 31365-450
Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG)	Braz Antonio Pereira Cosenza	smatrix1@hotmail.com	Herbário da Universidade do Estado de Minas Gerais - Campus Carangola - Praça dos Estudantes, S/N - Bairro: Santa Emília - Carangola - MG - Cep: 36800-000
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MINAS)	Maria de Fátima Vieira Starling	mariaac@pucminas.br	Herbário do Museu de Ciências Naturais da PUC-BH - Av. Dom José Gaspar, 500 - Bairro: Coração Eucarístico - Belo Horizonte - MG - Cep: 30535-610
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)	Fabiane Nepomuceno Costa	fabianicosta@yahoo.com.br	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Ciências Biológicas. Rua da Glória, 187 - Centro - Diamantina - MG - CEP: 39100-000
Universidade Estadual de Montes Claros (UEMC)	Maria das Dores Magalhães Veloso	dora.veloso@unimontes.br	Universidade Estadual de Montes Claros - Av. Dr. Ruy Braga S/N - Vila Mauricéia - Montes Claros, MG - Caixa-Postal: 126 - 39401-089



# **Coleções Vivas - Flora**

Míriam Pimentel Mendonça

Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte

*“As coleções biológicas são bancos de dados, conceitualmente como são as bibliotecas ou os centros de documentação; são consideradas patrimônio nacional e de interesse para a humanidade, por serem fonte primária de conhecimento e de informação sobre nossa biodiversidade, razão pela qual devem ser protegidas, mantidas e devidamente cuidadas, garantindo sua permanência no tempo.”*

As coleções botânicas são imprescindíveis para o estudo da biodiversidade. As coleções vivas bem documentadas abrigam não só plantas, mas também informações sobre as espécies e suas populações nos diferentes ecossistemas. Esses dados biológicos, quando associados a dados ambientais, incluindo edáficos, permitem conhecer a biodiversidade em um período determinado e inferir sobre cenários futuros. As coleções são indispensáveis em pesquisas taxonômicas e filogenéticas, e essenciais na identificação precisa das espécies.

Apesar do avanço dos estudos moleculares, a base do estudo taxonômico continua relacionada às estruturas florais e vegetativas. No caso de Bromeliaceae, assim como em outras famílias, o processo de coleta e herborização acarreta na perda de informação e de características que poderiam ser de grande importância no entendimento e determinação das espécies e gêneros. As coleções vivas tornam-se um instrumento de apoio e, ao mesmo tempo, fonte de informação para o desenvolvimento de projetos nas mais diferentes áreas do conhecimento.

Além de oferecer informações sobre a composição florística de um lugar e sobre a distribuição e endemismo de espécies, as coleções desempenham papel relevante para a conservação e o manejo sustentável dos recursos da flora.

Não há dados precisos sobre a diversidade florística de Minas Gerais, mas estima-se elevada riqueza. O Estado conta com 45% do total de espécies de briófitas do país; já o número de espécies de pteridófitas corresponde a quase 60% do total estimado para o Brasil. Sobre a riqueza de angiospermas em Minas Gerais estima-se que ocorra em torno de 20% do total de espécies do país. Sendo assim, como Estado detentor de uma das floras mais ricas do país, a importância do incremento das coleções vivas torna-se inquestionável.

A existência de 1.127 espécies da flora de Minas Gerais ameaçadas de extinção reflete a crescente degradação ambiental observada no Cerrado, na Mata Atlântica e na Caatinga. Essa lista revela o grave problema da perda de biodiversidade.

O empobrecimento de biomas e ecossistemas extremamente fragmentados pode ser evitado com a implementação de corredores de biodiversidade. O estabelecimento desses corredores de biodiversidade deve incluir amplos programas de restauração e ampliação de habitats para reduzir o risco iminente de extinção de várias espécies que estão atualmente restritas a poucos quilômetros de habitat e não têm populações em unidades de conservação.

A exploração de recursos da flora nativa está relacionada com seus usos, diretos e indiretos. As espécies vegetais utilizadas para efeitos ornamentais têm grande importância econômica. Apesar do elevado potencial ornamental de várias espécies de plantas nativas, sua utilização ainda é restrita e, muitas vezes, essencialmente extrativista, podendo ocasionar risco de extinção de espécies. Serão necessários estudos de produção e comercialização dessas espécies, além de efetivo controle e fiscalização, para que a coleta predatória não aumente.

As espécies vegetais com propriedades medicinais têm merecido atenção especial, seja pelo seu consumo direto, seja pelo seu grande potencial na produção de novos medicamentos. O acervo cultural de grupos étnicos apresenta-se como fonte de conhecimento para a descoberta de espécies vegetais bioativas, depositárias de substâncias que poderão vir a constituir protótipos para o desenvolvimento de novos fármacos. Nesse caso, é crucial a discussão sobre o direito de propriedade intelectual ao se abordar a utilização do conhecimento tradicional para a descoberta de substâncias bioativas, cujas pesquisas poderiam ser feitas de modo integrado entre a academia e os jardins botânicos.

O conhecimento sobre a diversidade da flora de valor alimentício está fragmentado na cultura oral dos coletores de plantas, dos pequenos produtores, feirantes e comerciantes. Muito pouco se sabe sobre viabilidade econômica, técnicas de produção, armazenamento e distribuição dos produtos ou derivados das plantas nativas. Enfim, a utilização de plantas de importância econômica deveria integrar programas efetivos de ações específicas nas etapas da cadeia produtiva, criando procedimentos de acompanhamento da produção e controle do extrativismo predatório.

A conservação *ex situ* é uma estratégia adicional para a conservação da biodiversidade. Esta abordagem envolve a manutenção de componentes da diversidade biológica fora de seus habitats naturais, em coleções biológicas, de germoplasma, de DNA, entre outras, possibilitando a guarda de material biológico para futura reintrodução na natureza e/ou reforço populacional de populações *in situ*.

Recentemente o Brasil assinou um acordo internacional, Estratégia Global para a Conservação de Plantas (Global Strategy for Plant Conservation - GSPC), onde se compromete a conservar *ex situ* 60% das espécies ameaçadas e ter 10% delas incluídas em projetos de recuperação e conservação (UNEP/CBD, 2006).

Viabilizar a criação e o desenvolvimento de jardins botânicos, hortos e viveiros é de alto interesse social, econômico e ambiental, sendo fundamental para melhor desempenho das políticas de conservação da flora nacional, incluindo compromissos internacionais ratificados, em especial a Convenção sobre Diversidade Biológica.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), órgão do Ministério de Meio Ambiente, em agosto de 2000 estabeleceu diretrizes para a criação de Jardins Botânicos e definiu normas de funcionamento. Apontou, entre os objetivos dos Jardins Botânicos, a difusão do valor multicultural das plantas e a manutenção de bancos de germoplasma *ex situ* e reservas genéticas *in situ*.

*Jardins botânicos são instituições que guardam coleções documentadas de plantas vivas, visando a pesquisa científica, a conservação, a exposição e a educação.*

Várias organizações e redes ao redor do mundo estão envolvidas com conservação *ex situ*. Há mais de 1.000 bancos de sementes por todo o mundo. A Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, desenvolve ações de conservação e uso de recursos genéticos vegetais, animais e de micro-organismos desde a década de 1970 e hoje possui o maior banco genético vegetal do Brasil, com mais de 100 mil amostras de aproximadamente 400 espécies de importância econômica, conservadas a -20°C. O banco genético da EMBRAPA é o sétimo maior banco de sementes do mundo, ficando atrás dos bancos genéticos dos Estados Unidos, China, Alemanha, Japão, Índia e Coreia do Sul.

O Projeto Banco de Sementes do Milênio - Millennium Seed Bank Project (MSBP) é o maior projeto de conservação *ex situ* já concebido. Seu objetivo é armazenar e proteger 25% das espécies de plantas do mundo até 2020; e incluirá espécies raras, ameaçadas e úteis. O MSBP está localizado no Royal Botanic Gardens Kew, em Wakehurst Place, no Reino Unido.



Atualmente existem 2.558 jardins botânicos espalhados pelo mundo, empenhados em representar as plantas de diversas formas. Os jardins botânicos contemporâneos estão se dedicando à conservação das floras locais. Recentemente, um levantamento realizado pelo Botanic Gardens Conservation International, estimou a existência de 80 mil espécies e seis milhões de acessos de plantas vivas cultivadas em jardins botânicos no mundo. No entanto, mais de 50% dos acessos estão concentrados na Europa e na América do Norte. O incremento no número de jardins botânicos nos países tropicais, assim como seu fortalecimento institucional, é um passo fundamental para a mudança desse cenário, e certamente contribuirá para a redução da lacuna existente entre a riqueza da diversidade de espécies desses países e a falta de conhecimento sobre seu valioso patrimônio genético.

Há no Brasil 38 jardins botânicos, alguns em fase de instalação. Os jardins botânicos diferem dos parques públicos por possuírem coleções de plantas classificadas, registradas e documentadas cientificamente. Esses desempenham inúmeras atividades que vão desde a aclimação de espécies, seu papel historicamente original, até educação e sensibilização do público para a preservação do ambiente. Constituem instrumento para cultivo e conservação de plantas e possuem várias frentes de atuação para colaborar com os objetivos da Convenção sobre Diversidade Biológica – CBD. Uma delas é atuar na conservação da biodiversidade de forma integrada, utilizando técnicas *ex situ* e *in situ*.

Em Minas Gerais há três jardins botânicos, o Jardim Botânico da Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte (FZB-BH), o Museu de História Natural e Jardim Botânico da UFMG, e o recém-inaugurado Jardim Botânico de Poços de Caldas. Os dois últimos ainda não possuem coleções biológicas instaladas. O acervo do Jardim Botânico da FZB-BH está constituído, em sua maioria, por coleções de plantas de espécies nativas de áreas prioritárias para a conservação de Minas Gerais. Em Minas Gerais, os Campos Rupestres, que abrigam uma flora riquíssima em espécies endêmicas, e de grande beleza e de difícil cultivo, devem estar contemplados em jardins botânicos. É necessário pensar-se na instalação de jardins botânicos em trechos de campos rupestres, bem como na região da Caatinga mineira. Neste contexto, integrar o turismo ecológico a estas fisionomias de rara beleza, onde se destacam formações geológicas e flora de grande diversidade, seria uma alternativa para a conservação de áreas próximas a unidades de conservação já existentes.

Outra iniciativa, ainda não efetivada no Brasil para a conservação *ex situ* seria a instalação de criadouros científicos de flora como instrumentos aliados aos jardins botânicos já instalados,

assim como ocorre com a fauna. Esta ação possibilitaria o resgate de acessos à biodiversidade que hoje se encontram cultivados em coleções particulares, e que os jardins botânicos já estruturados estão aptos a registrar e utilizar em programas de recuperação e restauração de espécies.

## Estratégias e Proposições

Da análise da situação atual das coleções de plantas vivas no Estado, dos problemas identificados, das consultas efetuadas junto aos especialistas, extraíram-se estratégias prioritárias necessárias à viabilização de uma gestão para a conservação *ex situ* dos recursos naturais de caráter sustentável, para os próximos anos.

### **Estratégia 1. Desenvolver e estimular procedimentos voltados à proteção e à conservação das espécies envolvendo técnicas *in situ* e *ex situ*, proteção de ecossistemas e habitat, manejo sustentável e combate ao tráfico de espécies.**

#### 1.1. Promoção do manejo sustentável da biodiversidade

Ação voltada à implementação de programas de conservação da biodiversidade em todos os biomas do Estado, priorizando estudos e ações que levem ao aperfeiçoamento do manejo sustentável das espécies de interesse econômico e privilegiem a participação das comunidades locais na gestão dos recursos naturais.

Prazo: implementação em curto, médio e longo prazos.

#### 1.2. Conservação de populações de espécies ameaçadas e recuperação de seus habitats

Prevê-se a identificação e a localização de espécies ameaçadas, a revisão do status de conservação dessas espécies e o estabelecimento de planos de manejo.

Prazo: implantação em curto prazo, execução em médio e longo prazos.

#### 1.3. Conservação *in situ* e *ex situ* de espécies

Esta ação tem como objetivo conservar a flora a partir de iniciativas que conciliem o manejo sustentável na natureza e em ambientes controlados, para as espécies ameaçadas e para aquelas

que têm potencial econômico. Prevê-se: estabelecimento de manejo *in situ* em parques nacionais, em reservas extrativistas e em outras unidades de conservação; e manejo *ex situ* em jardins botânicos e viveiros.

Prazo: implantação em curto prazo, execução em médio e longo prazos.

#### 1.4. Fomento às iniciativas para produção de sementes e mudas

Ação voltada ao incentivo de parcerias entre o poder público e o setor produtivo, com o objetivo de difundir os bancos de sementes e a produção de mudas para fins de recomposição nas áreas degradadas nos diferentes biomas. Implica a identificação e localização de áreas críticas e o estabelecimento de parcerias com o setor produtivo e municipalidades para a implantação de viveiros.

Prazo: implantação em curto prazo, ação em médio e longo prazos.

#### 1.5. Combate ao tráfico de plantas nativas

Ação voltada ao combate à comercialização ilegal de plantas nativas em todo o Estado. Prevê o estabelecimento de medidas punitivas que resultem na diminuição do tráfico de espécies vegetais nativas, inclusive as espécies de valor medicinal e ornamental, que hoje constituem preocupação nacional no que se refere à conservação da diversidade biológica. Implica o estabelecimento de parcerias para a efetivação do combate ao tráfico.

Prazo: implantação em curto prazo, ação em médio e longo prazos.

#### 1.6. Controle de espécies exóticas invasoras

Ação voltada ao desenvolvimento de estudos para identificar espécies introduzidas que possam causar danos à biodiversidade; monitorar seus efeitos e propor medidas de manejo, controle e possível erradicação.

Prazo: implantação em curto prazo, ação em médio e longo prazos.

**Estratégia 2. Propor e aperfeiçoar a pesquisa e o desenvolvimento de estudos voltados para o aumento do conhecimento científico sobre a biodiversidade, incluindo a realização de inventários e a formação de bases de informação e disseminação do conhecimento sobre os recursos naturais.**

2.1. Desenvolvimento de pesquisas para subsidiar a gestão dos recursos naturais

Ação voltada para subsidiar a gestão integrada dos recursos naturais em seus respectivos biomas, por meio da geração de conhecimento técnico e científico, empírico e tradicional. Implica também resgatar informações sobre práticas de populações tradicionais e de usuários de recursos naturais, em geral, que considerem a sustentabilidade econômica, social e ambiental desse uso.

Prazo: implantação em curto prazo, ação em médio e longo prazos.

2.2. Desenvolvimento de pesquisas sobre produção vegetal para implantação de corredores, recuperação de áreas e reabilitação de espécies ameaçadas.

Ação voltada para o desenvolvimento de estudos da biologia e reprodução das espécies. Prevê-se: elaboração de sistema de coleta e inventário da biodiversidade, levantamento de impactos gerados pela ação antrópica, identificação de áreas para monitoramento de ações sobre a biodiversidade, estabelecimento de parcerias entre institutos de pesquisas e setores produtivos.

Prazo: implantação em médio e longo prazos.

2.3. Desenvolvimento de técnicas de recuperação de ambientes degradados

Ação voltada ao desenvolvimento de técnicas para a recuperação de áreas degradadas, resultantes do mau uso por atividades agrícolas, de mineração, obras de infraestrutura e assentamentos urbanos. Prevê-se a revegetação com espécies nativas e manejo da regeneração natural. Implica avaliação dos impactos potenciais dos programas sobre os ecossistemas e as espécies.

Prazo: implantação em curto prazo, ações em longo prazo.

### **Estratégia 3. Fortalecimento institucional, capacitação e treinamento dos recursos humanos, educação ambiental e cooperação internacional.**

3.1. Fortalecimento das organizações públicas que atuam na gestão dos recursos naturais

Prevê-se o fortalecimento dos programas existentes nas esferas estadual e municipal.

Prazo: implantação em curto prazo, execução em médio prazo.

3.2. Capacitação de recursos humanos para o desenvolvimento sustentável

Ação voltada à promoção da capacitação técnica e profissional de recursos humanos de órgãos públicos e privados para a gestão integrada dos recursos naturais, consoante com o desenvolvimento sustentável. Implica promoção de cursos de capacitação regionalizados, seminários de atualização e oficinas de trabalho, com ênfase em horticultura e curadoria de coleções.

Prazo: implantação em curto prazo, execução em médio prazo.

## **Recomendações**

Do ponto de vista geral, a principal recomendação a ser feita diz respeito à criação de condições para a efetiva implementação da GSPC, adotada pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD) em abril de 2002 (Quadro 1). A GSPC interliga iniciativas conservacionistas em todo o mundo; oferece estrutura para ações nos níveis global, nacional, regional e local. A participação brasileira ainda é incipiente e precisa ser ampliada.

A GSPC conta com o apoio de uma ampla gama de organizações e instituições intergovernamentais, organizações dedicadas à conservação e à pesquisa (tais como conselhos gestores de áreas protegidas, jardins botânicos e bancos de genes), universidades, instituições de pesquisa, organizações não governamentais e suas redes, e o setor privado. O elemento mais inovador da GSPC é a inclusão de 16 metas, tendo como alvo atingir até 2010 uma série de objetivos mensuráveis.

**Quadro 1.** Metas da Estratégia Global para a Conservação de Plantas (Global Strategy for Plant Conservation - GSPC) para 2010.

**ESTRATÉGIA GLOBAL PARA A CONSERVAÇÃO DE PLANTAS\***  
**METAS PARA 2010**

1. Lista operacional de todas as espécies vegetais conhecidas
2. Avaliação preliminar do status de conservação de todas as espécies de plantas conhecidas
3. Modelos com protocolos para conservação e uso sustentável de plantas
4. 10% de cada uma das regiões ecológicas do mundo conservadas
5. 50% das áreas mais importantes para a diversidade florística protegidas
6. 30% das terras de produção manejadas de forma compatível com a conservação da diversidade florística
7. 60% das espécies ameaçadas do mundo conservadas in situ
8. 60% das plantas ameaçadas em coleções ex situ e 10% destas em programas de recuperação
9. 70% da diversidade genética das principais plantas de importância socioeconômica conservadas
10. Planos de manejo implementados para pelo menos 100 espécies exóticas importantes que ameaçam plantas
11. Nenhuma espécie de flora silvestre ameaçada pelo comércio internacional
12. 30% dos produtos de origem vegetal derivados de fontes manejadas de forma sustentável
13. O declínio de recursos vegetais deve ser detido, e os conhecimentos indígenas e locais que apoiam meios de vida sustentáveis precisam ser preservados
14. Promover a educação e a conscientização sobre a diversidade das plantas
15. Aumentar o número de profissionais que trabalham em instalações especializadas na conservação vegetal
16. Redes para a conservação de plantas estabelecidas e fortalecidas

---

\* A Estratégia Global para a Conservação de Plantas foi aprovada na Decisão VI/9 da Conferência das Partes (COP) – Países Signatários da Convenção sobre Diversidade Biológica, na data de 19 de abril de 2002 em Haia, Holanda.

Uma recomendação que certamente deverá ser feita é que seja apoiada a criação de novos jardins botânicos, especialmente em localidades próximas a ecossistemas fragilizados pela pressão antrópica, de alto endemismo e com espécies em risco de extinção. Sobretudo deverá ser garantido o fortalecimento das coleções vivas existentes no Estado de Minas Gerais.

## Bibliografia Consultada

- Costa, M.L.M.N. (org.). 2004. *Diversidade biológica nos jardins botânicos brasileiros*. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos. 99p.
- Drummond, G.M., C.S. Martins & M.P. Mendonça (coord.). 2007. *Revisão das listas das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais*. Relatório Final. VOL. 1, 2 e 3. Fundação Biodiversitas, IEF/SEMAD.
- Glowka, L., F. Burhenne-Guilmin & H. Synge, 1996. *Guía del convenio sobre la diversidad biológica*. Gland, IUCN.
- Guerrant Jr., E.O., K. Havens & M. Maunder (ed.). 2004. *Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild*. Washington: Society for Ecological Restoration International, Center for Plant Conservation, Island Press. 504p.
- Kury, A. B. et al. 2006. *Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia. 324p.
- Laliberté, B. 1997. Botanic Garden Seed Bank / Gene Banks Worldwide, their Facilities, Collections and Network. *Botanic Gardens Conservation International* 2(9):18-23.
- Leadley, E. & J. Greene, 1999. *Manual Técnico Darwin para Jardins Botânicos*. Tradução Mônica Stawnitzer. Rio de Janeiro. JBRJ/RBJB. 154p.
- Mendonça, M.P. & L.V. Lins. 2000. *Livro vermelho das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte, Brasil. 157p.
- Mendonça, M.P., G.M. Drummond & C.S. Martins (coord.) 2006. *Elaboração da lista das espécies da flora de importância econômica da região sudeste brasileira*. Relatório Técnico, vol. 1 e 2. Fundação Biodiversitas, MMA, CNPq, PROBIO.
- MMA, RBJB, JBRJ & BGCI. 2001. Normas Internacionais de Conservação para Jardins Botânicos. Tradução de Isabela da Costa Moreira. Rio de Janeiro: EMC. 109p.
- Pereira, T.S., M.L.M.N. Costa & P. Wyse Jackson (org.). 2004. *Plano de ação para os jardins botânicos brasileiros*. BGCI, RBJB, JBRJ & HSBC. 44p.
- Simmons, J. E. & Y. Muñoz-Saba. (ed.). 2005. *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Conservación Internacional, serie manuales para la conservación 1. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C. – Colombia.
- Tabarelli, M. & C. Gascon. 2005. Lessons from fragmentation research: improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. *Conservation Biology* 38:734-739.
- UNEP/CBD. 2006. *Estratégia Global para a Conservação de Plantas*. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Botanic Gardens Conservation International. 14p.





# Panorama das Áreas Protegidas do Estado de Minas Gerais

Ivan Seixas Barbosa<sup>1</sup>

Denize Fontes Nogueira<sup>1</sup>

Janaína Aparecida Batista Aguiar<sup>1</sup>

André Portugal Santana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gerência de Projetos e Pesquisas GPROP/ DBIO/IEF-MG

<sup>2</sup> Gerência de Criação e Implantação de Áreas Protegidas GCIAP/ DIAP/IEF-MG

## Introdução

Minas Gerais apresenta variadas tipologias vegetais agrupadas em três biomas: Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. Desses, os dois primeiros são considerados *hotspots* mundiais, uma vez que, dado o elevado endemismo e o alto grau de ameaça que sofrem, são considerados ecossistemas prioritários para conservação. Uma das medidas mais eficientes para a conservação da biodiversidade é a criação de áreas protegidas, em especial aquelas de proteção integral. O Estado de Minas Gerais, por meio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD/MG, compartilha do valor desta estratégia e possui políticas voltadas à criação e implantação de áreas protegidas ou Unidades de Conservação (UCs).

Neste trabalho, buscou-se construir um breve histórico do sistema de áreas protegidas sob gerência do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF), a partir da análise da área e do número de UCs instituídas entre os anos de 1944 e 2006.

Para fins deste diagnóstico, consideraram-se os dados disponíveis no cadastro mantido para o cálculo e repasse do ICMS-Ecológico que dizem respeito às duas categorias de manejo previstas no SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a saber: **Unidades de Proteção Integral** e **Unidades de Uso Sustentável**, além das **Áreas de Proteção Especial Estaduais** (APEE).

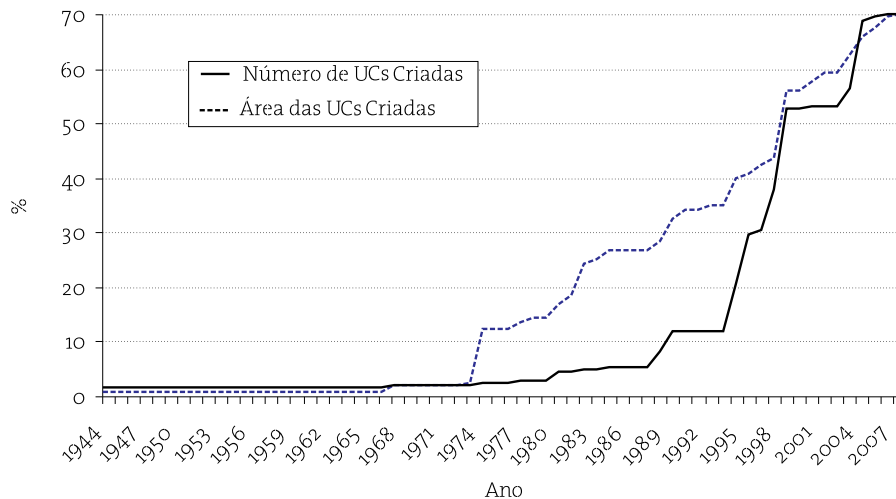
As **Unidades de Proteção Integral** visam a “manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos. Nesta categoria enquadram-se as Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, os Parques, os Refúgios da Vida Silvestre e os Monumentos Naturais. **Unidades de Uso Sustentável** têm como objetivo a “exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável”. Nelas se incluem as Florestas Extrativistas, as Reservas de Desenvolvimento Sustentável e as Áreas de Proteção Ambiental.

As APEEs Áreas de Proteção Especial Estaduais foram instituídas a partir da Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei Federal 6.766 de 19/12/1979). Segundo essa lei, cabe aos Estados disciplinar a aprovação municipal de loteamentos em terrenos considerados de interesse especial, entre eles os destinados à proteção de mananciais, do patrimônio cultural, histórico, paisagístico e arqueológico, assim definidos por legislação estadual ou federal.

## Uma análise da criação de Unidades de Conservação em Minas Gerais entre os anos de 1944 e 2006

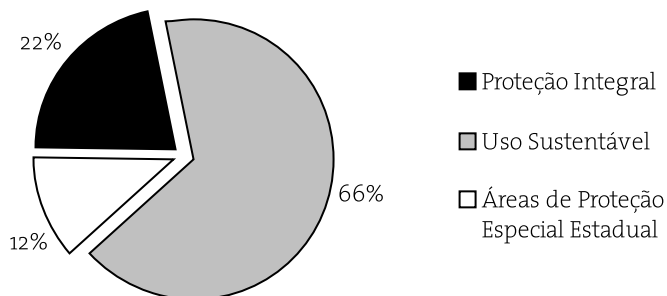
A primeira Unidade de Conservação criada em Minas Gerais foi o Parque Estadual do Rio Doce – PERD. Instituído em 1944, deu início ao sistema de áreas protegidas em Minas Gerais, abrangendo a maior área contínua de Mata Atlântica do Estado - 36.970 hectares (Decreto Lei no. 1.119 de 14 de julho de 1944).

Pouca alteração ocorreu no número ou na área de novas Unidades de Conservação no Estado até 1974, quando, então, o crescimento ganhou ritmo gradativamente maior (Figura 1). De modo geral, a porcentagem do número de UCs criadas, de 1974 até o ano de 2003, é maior do que a porcentagem da expansão das áreas das mesmas em Minas Gerais. Esta tendência apresenta-se inversa a partir de 2003, quando a porcentagem de áreas criadas torna-se superior ao número das novas UCs.

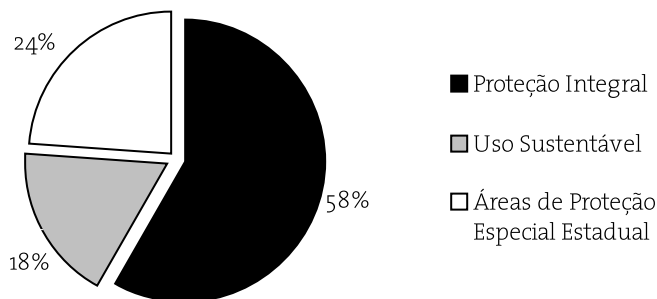


**Figura 1.** Histórico da criação de áreas protegidas no Estado de Minas Gerais.

O número de áreas protegidas no Estado no ano de 2006 correspondeu a 84 UCs com área total de 1.673.285,56 ha, perfazendo 2,85% do território de Minas. Dessa área total, 22% constituem-se Unidades de Proteção Integral, enquanto as Unidades de Uso Sustentável somam 66%. Os outros 12% estão incluídos na categoria das Áreas de Proteção Especial Estadual (Figura 2). Em relação ao número de UCs criadas, 58% são Unidades de Proteção Integral, 24% representam Áreas de Proteção Especial e 18% pertencem ao grupo das Unidades de Uso Sustentável (Figura 3).



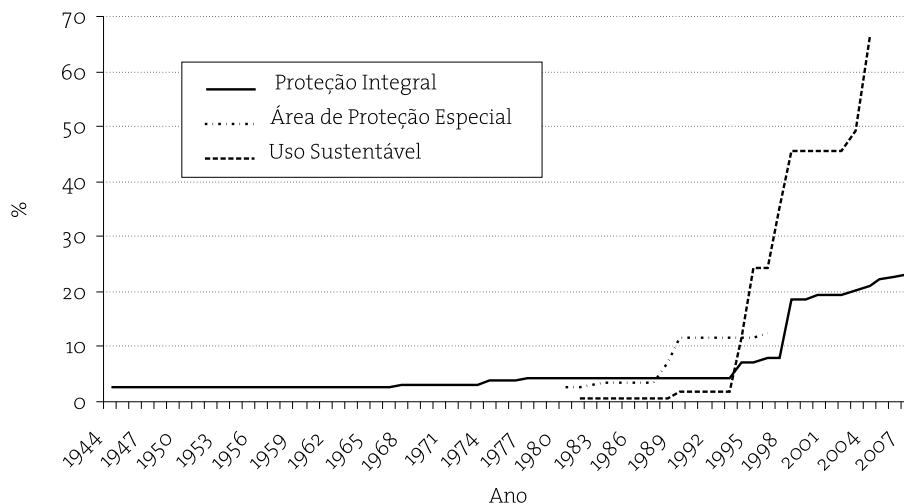
**Figura 2.** Área ocupada pelas Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais (2006).



**Figura 3.** Número de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais (2006) nas categorias de Proteção Integral e Uso Sustentável.

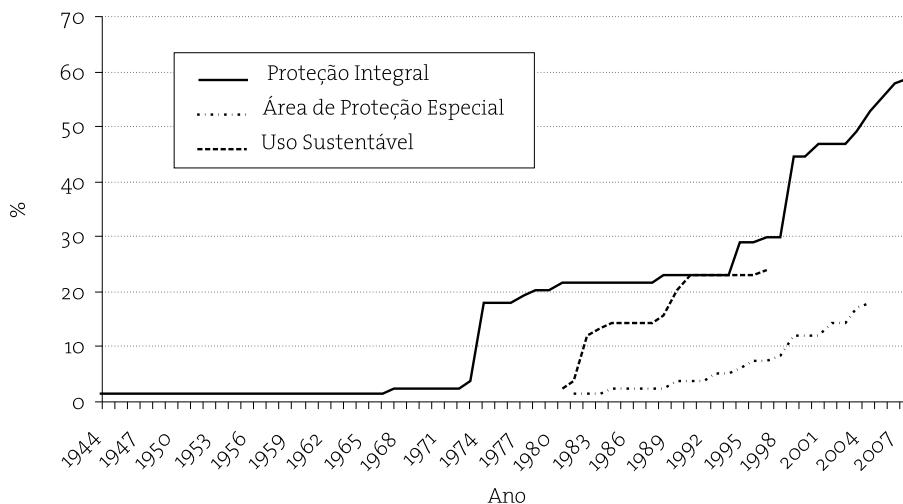
## Análise da Contribuição das Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Uso Sustentável em Minas Gerais

Considerando-se o número de Unidades de Conservação no Estado de Minas Gerais, até o início dos anos 1980 todas pertenciam à categoria de Proteção Integral (Figura 4). A partir desse ano se inicia a criação e expansão no número de APEEs ou de UCs de Uso Sustentável. As APEEs têm sua criação interrompida em 1997, enquanto as UCs de Uso Sustentável continuaram a ser implantadas. Entretanto, o crescimento do número de UCs de Proteção Integral prevalece sobre as demais categorias de manejo.



**Figura 4.** Evolução do crescimento do número de Unidades de Conservação Estaduais.

De acordo com a Figura 5, até o início dos anos 1980, o aumento da área de UCs no Estado correspondia predominantemente às de Proteção Integral, quando surgem também as primeiras Áreas de Proteção Especial, fato explicado pela homologação da Lei Federal de Parcelamento do Solo Urbano, em 1979. No início dos anos 1990, surgem as primeiras Unidades de Conservação de Uso Sustentável, representando atualmente mais de 60% da área sob proteção no Estado.



**Figura 5.** Evolução do crescimento da área das Unidades de Conservação Estaduais.

O quadro 1 abaixo apresenta o panorama atual das Unidades de Conservação estaduais no que diz respeito ao número e área dentro do Estado.

**Quadro 1.** Área total protegida e número de Unidades de Conservação em Minas Gerais (Fonte: Cadastro do ICMS-Ecológico, 2006).

GRUPO	CATEGORIAS	QUANTIDADE	%	ÁREA (ha)	%
Proteção Integral	Parque	27	32	333.565,82	20
	Estação Ecológica	10	12	10.839,57	1
	Reserva Biológica	9	11	20.273,41	1
	Refúgio da Vida Silvestre	2	2	9.819,75	1
	Monumento Natural	1	1	72,74	0,004
	<b>Total Proteção Integral</b>		<b>49</b>	<b>58</b>	<b>374.571,29</b>

continua >

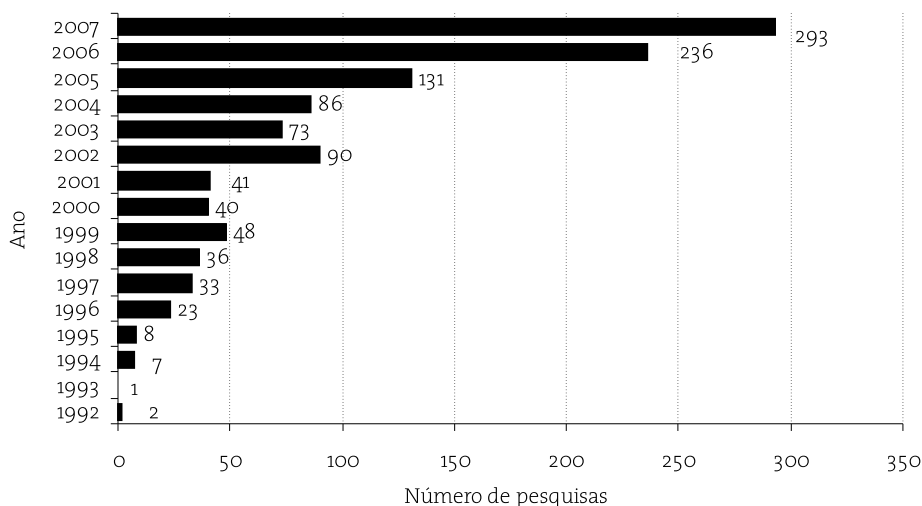
continuação

GRUPO	CATEGORIAS	QUANTIDADE	%	ÁREA	%
Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental	12	14	1.035.272,29	62
	Floresta Extrativista	2	2	4.539,16	0,03
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	1	1	60.975,31	4
	<b>Total Uso Sustentável</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>1.100.786,76</b>	<b>66</b>
Área de Proteção Especial	Área de Proteção Especial	20	24	197.927,52	12
<b>Total</b>		<b>84</b>	<b>100</b>	<b>1.673.285,57</b>	<b>100</b>

## Avaliação das Pesquisas nas Unidades de Conservação de Minas Gerais - 1992 a 2007

Pesquisas constituem passo fundamental para a manutenção da biodiversidade nas UCs, pois permitem conhecer as diversas formas de vida e o ambiente sobre o qual se desenvolvem e interagem.

A partir do ano de 1992, os trabalhos de pesquisa no âmbito das Unidades de Conservação estaduais passaram a ser controlados pelo IEF. Com isso, iniciou-se o processo de aproximação entre o IEF e as diversas instituições de ensino e pesquisa interessadas no estudo da biodiversidade, meio físico e relação do homem com o ambiente. A Figura 6 demonstra o aumento progressivo e constante nas pesquisas em UCs de Minas Gerais, a partir de 1992.



**Figura 6.** Número de pesquisas nas UCs de Minas Gerais a partir de 1992.

Como resultado dessa parceria, em 1994 foi promovido o I Workshop sobre pesquisas prioritárias para o Parque Estadual do Rio Doce, envolvendo a comunidade científica e o corpo técnico do IEF. O encontro resultou na elaboração do documento “Anais do Workshop sobre pesquisas prioritárias para o Parque Estadual do Rio Doce”, que resume as recomendações, requisições e propostas para a implementação de pesquisas no Parque. No mesmo ano foi lançada uma coletânea das pesquisas realizadas no Parque Estadual do Rio Doce como a primeira atividade do plano de implantação do Banco de Dados sobre as Unidades de Conservação estaduais. Dois anos depois, o Parque Estadual do Ibitipoca também teve a sua coletânea de pesquisas organizada. Ambas as publicações tiveram como objetivo facilitar o acesso da comunidade aos trabalhos concluídos, orientar as pesquisas futuras e as atividades de educação ambiental, e fornecer subsídios para o zoneamento destas Unidades de Conservação.

No ano de 1998, a demanda crescente pelo desenvolvimento de pesquisas nas Unidades de Conservação criou a necessidade de padronizar a forma de autorização das mesmas. Nessa época



foram elaborados os primeiros modelos de licenças e fichas cadastrais. Dois anos depois, foi editada a Portaria 014/2000 que normatizou as pesquisas nas Unidades de Conservação do Estado e legitimou esse processo. Em 2002, como desdobramento dessa portaria, aconteceu o “I Encontro sobre Pesquisas Científicas em Unidades de Conservação do Estado de Minas Gerais sob Jurisdição do IEF”. Este evento teve como objetivo definir e padronizar os processos relacionados a pesquisas no interior das UCs.

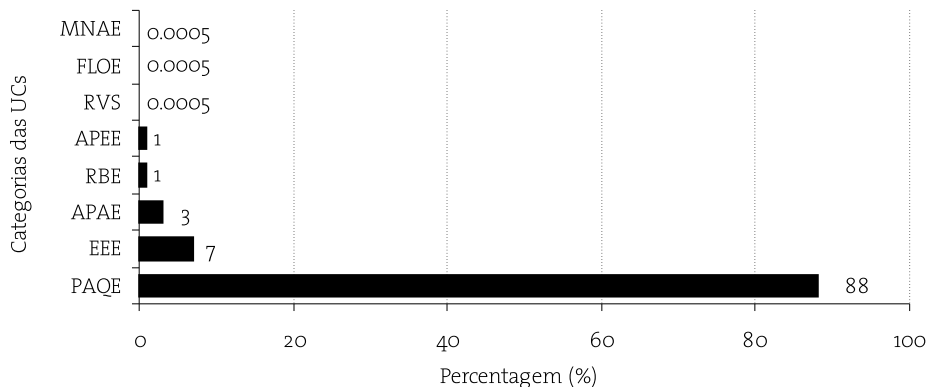
Em 2007, com a reestruturação da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, foi criada a Gerência de Projetos e Pesquisas no IEF. Sob esta nova organização, estão em fase de implantação quatro projetos prioritários: a) a elaboração de um sistema computadorizado de informações a fim de proporcionar maior agilidade e eficiência no atendimento aos pesquisadores; b) a formação de um banco de dados dos projetos realizados nas UCs; c) a publicação do periódico MG-Biota visando a divulgação das pesquisas; d) o projeto Pró-Pesquisa que visa dar suporte às pesquisas desenvolvidas no interior das UCs.

## **Distribuição Espacial das Pesquisas**

A análise espacial dos projetos de pesquisa desenvolvidos nas UCs estaduais mostra que elas estão extremamente concentradas na região sudeste do Estado, em especial no PERD. O fato de o PERD ser a mais antiga UC do Estado, com localização relativamente próxima à capital e uma parceria consolidada entre o IEF e a UFMG para o desenvolvimento de pesquisas de longo prazo (PELD), explicam esta discrepância em relação às demais UCs. É importante mencionar que ainda hoje muitas Unidades não têm registro de pesquisa.

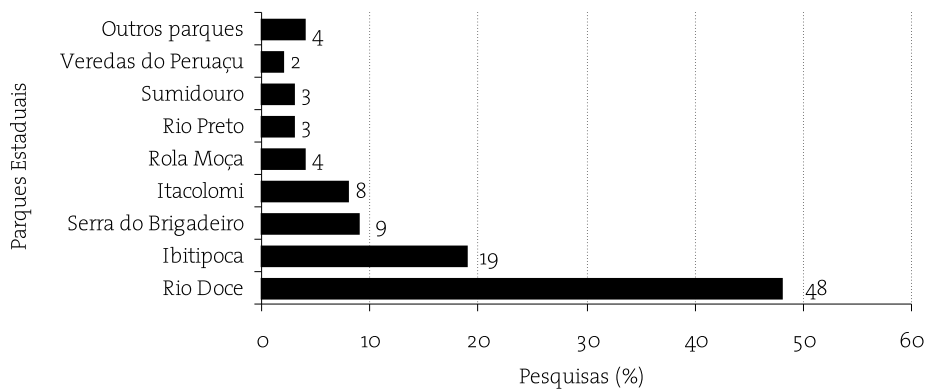
## **Relação entre Pesquisas e Categorias de Manejo das Unidades de Conservação.**

A maior parte das pesquisas (88%) foi realizada nos Parques, seguidos pelas Estações Ecológicas (7%), ambos de Proteção Integral (Figura 7). Para as demais categorias de UCs os valores são bem menores, variando de 0,0005 a 3%.



**Figura 7.** Distribuição das pesquisas nas diferentes categorias de UCs do Estado.

Com relação à distribuição das pesquisas nos parques estaduais, apenas sete têm estudos. O PERD concentra quase 50% de todas as pesquisas realizadas em Parques estaduais (Figura 8), estando as demais distribuídas entre outras 11 UCs.



**Figura 8.** Distribuição das pesquisas nos parques estaduais.

## Apoio às pesquisas nas Unidades de Conservação

Das Unidades de Conservação Estaduais, 14 têm algum tipo de infraestrutura para o atendimento de pesquisas (Quadro 2). A infraestrutura se refere a alojamento para pesquisadores, centro de pesquisa e laboratório, embora nem todas possuam o conjunto completo.

**Quadro 2.** Unidades de Conservação com Infraestrutura voltada à pesquisa. (Conferir nome correto das Unidades).

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	INFRAESTRUTURA	
	ALOJAMENTO	CENTRO DE PESQUISA/ LABORATÓRIO
<b>UNIDADES DE PROTEÇÃO INTEGRAL</b>		
Estação Ecológica do Tripuí	X	X
Parque Estadual da Mata Seca	-	<b>Planejado</b>
Parque Estadual da Serra do Brigadeiro	X	X
Parque Estadual da Serra do Papagaio	-	X
Parque Estadual da Serra do Rola-Moça	X	-
Parque Estadual de Grão Mogol	-	<b>Planejado</b>
Parque Estadual de Nova Baden	X	-
Parque Estadual do Ibitipoca	X	X
Parque Estadual do Itacolomi	X	-
Parque Estadual do Rio Doce	X	X
Parque Estadual do Rio Preto	X	-
Parque Estadual do Sumidouro	-	<b>Planejado</b>
<b>UNIDADES DE USO SUSTENTÁVEL</b>		
Refúgio de Vida Silvestre do Rio Pandeiros	-	<b>Planejado</b>
APA de São José	x	-
Total de Unidades de Conservação	9	9

Além de oferecer a infraestrutura, o IEF, sempre que possível, fornece apoio logístico (transporte, internet e telefone), pessoal e equipamentos (GPS, computadores e impressora, binóculos, barracas de camping, ferramentas etc.). Contudo, conforme verificado, há grande carência de infraestrutura de apoio na maioria das Unidades de Conservação do Estado.

## **Divulgação das Pesquisas em Unidades de Conservação**

Uma das importantes finalidades das pesquisas científicas é a divulgação do conhecimento gerado, tanto para o meio acadêmico, quanto para os demais setores da sociedade. A divulgação das pesquisas, contudo, é ainda bastante deficitária, sendo muitas vezes um objetivo secundário dos estudos. Não raro, as próprias Unidades de Conservação ficam sem os registros das pesquisas abrigadas, demonstrando a necessidade de melhor gerenciamento dos trabalhos autorizados.

Para sanar esta lacuna, o IEF deu início em 2008, por ocasião do II Congresso Mineiro de Biodiversidade – COMBIO, à publicação do Boletim Técnico Científico MG-Biota. Outro veículo recém-lançado são os Boletins eletrônicos dos Parques Estaduais da Serra do Brigadeiro, Ibitipoca e Itacolomi.

## **Prioridades para as Unidades de Conservação estaduais**

As Unidades de Conservação representam importância inegável para a proteção e a promoção da conservação da biodiversidade do Estado. Entretanto, para que isto ocorra efetivamente, é fundamental que se conheça o que está sendo preservado.

Conforme apresentado, o conhecimento acerca da biodiversidade das UCs mineiras é restrito a poucas áreas e, certamente, a uns poucos grupos da biota. Desse modo, é imprescindível o investimento em pesquisas nas áreas protegidas, de modo que elas possam exercer com êxito a sua função. Entretanto, não menos importante é tornar adequadas as instalações, os recursos humanos e o apoio logístico às pesquisas nas UCs, processo que certamente representará um atrativo para pesquisadores desenvolverem aí seus estudos.





# Síntese

Consulta Ampla  
Diretrizes Finais  
Estruturação

## Consulta Ampla

Cássio Soares Martins<sup>1</sup>

Isabela Claret Torres<sup>2</sup>

Como suporte aos diagnósticos temáticos sobre o status atual do conhecimento da biodiversidade do Estado de Minas Gerais, foi realizada uma consulta direcionada à comunidade científica com histórico de atuação no Estado. A consulta foi feita por meio de questionários previamente estruturados sob o formato de um banco de dados que foi abrigado em uma *home-page* confeccionada especialmente para o projeto, [www.biodiversiversitas.org.br/biotaminas](http://www.biodiversiversitas.org.br/biotaminas). O período de vigência da consulta foi de 20/01 a 30/04/2008.

Neste capítulo, apresenta-se a análise do banco de dados, sendo dividida em três partes, de acordo com o conteúdo dos questionários:

- 1 Perfil dos pesquisadores consultados - instituição de origem, titulação, linhas de pesquisa;
2. Pesquisas desenvolvidas e lacunas existentes - análise do cadastro das principais pesquisas pessoais desenvolvidas (temas, localização, financiamentos, duração, produtos, acessibilidade aos resultados, depósito de testemunhos);
3. Pesquisas e recursos prioritários - linhas de pesquisa prioritárias, duração e itens prioritários de financiamento.

A análise foi feita através de gráficos da distribuição de frequência das respostas aos questionários segundo as áreas temáticas e pelo mapeamento da distribuição espacial das informações, agregadas pelas Mesorregiões Homogêneas de Planejamento de Minas Gerais (IBGE<sup>3</sup>, 1990) e/ou pelas Bacias Hidrográficas de Minas Gerais (IGAM<sup>4</sup>, 2007), quando pertinentes.

Convém reforçar que os resultados derivados destes questionários não representam a situação de conhecimento sobre as áreas temáticas pesquisadas, mas um primeiro esforço de sistematização das pesquisas desenvolvidas em Minas Gerais e das pesquisas prioritárias no âmbito do Biota Minas.

1 Fundação Biodiversitas

2 Sectes- MG - Secretaria de Estado de Ciências, Tecnologia e Ensino Superior

3 Divisão Regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas. Rio de Janeiro: IBGE, v.1, 1990.

4 Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais, IGAM, 2007



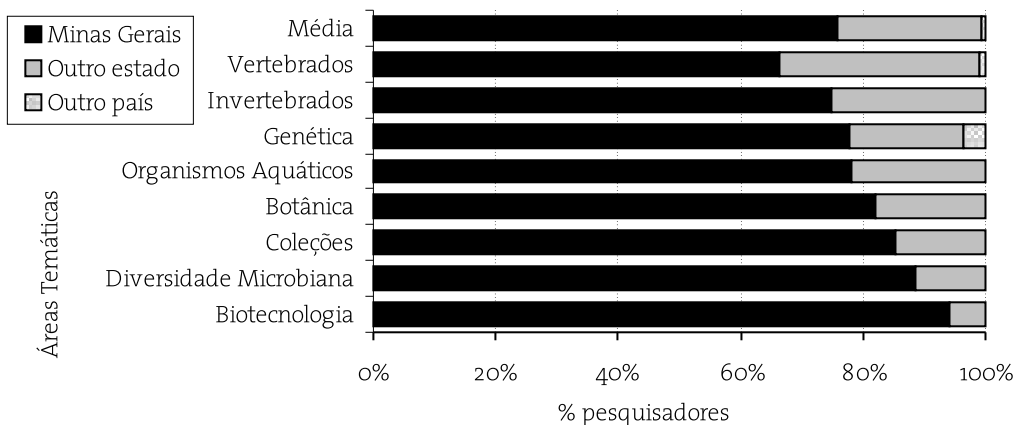
## Perfil dos pesquisadores consultados

Um total de 313 pesquisadores se cadastrou para participar da Consulta Ampla, relacionados entre as oito diferentes áreas temáticas avaliadas no Diagnóstico, de acordo com o número de pesquisadores em ordem decrescente:

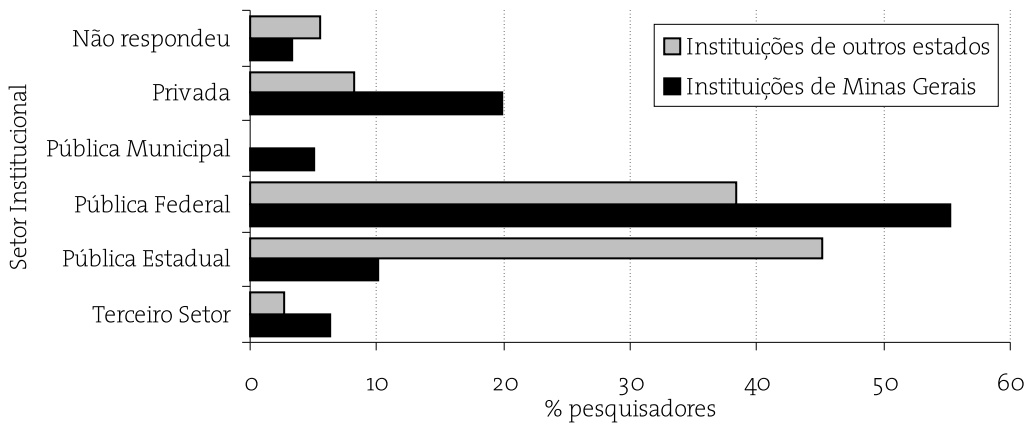
- a. **Diversidade de Vertebrados** - que incluiu as áreas de mamíferos, aves, peixes, répteis e anfíbios, grupo composto por 111 pesquisadores;
- b. **Diversidade de Invertebrados Terrestres** - grupo composto por 60 pesquisadores;
- c. **Diversidade Botânica** - grupo composto por 50 pesquisadores;
- d. **Diversidade Genética ou Genética** - grupo composto por 27 pesquisadores;
- e. **Diversidade de Organismos Aquáticos** - grupo composto por 23 pesquisadores;
- f. **Diversidade Microbiana** - grupo composto por 26 pesquisadores;
- g. **Biotecnologia** - grupo composto por 17 pesquisadores;
- h. **Coleções Biológicas** - grupo composto por 48 pesquisadores.

Mais de três quartos dos pesquisadores cadastrados (76%) possuíam vínculo com instituições localizadas em Minas Gerais (Figuras 1 e 2), sendo 55% de instituições públicas federais, 20% de privadas, 10% de públicas estaduais, 6% do terceiro setor e 5% de órgãos públicos municipais. Dos pesquisadores vinculados a instituições de outros Estados brasileiros (23%), cerca de 46% pertenciam a instituições públicas estaduais (na sua maioria, ligados à Universidade de São Paulo), seguido das públicas federais (38%), privadas (8%), terceiro setor (3%). Individualmente, todas as áreas temáticas tiveram mais de 60% dos pesquisadores cadastrados com vínculo com instituições de Minas Gerais.

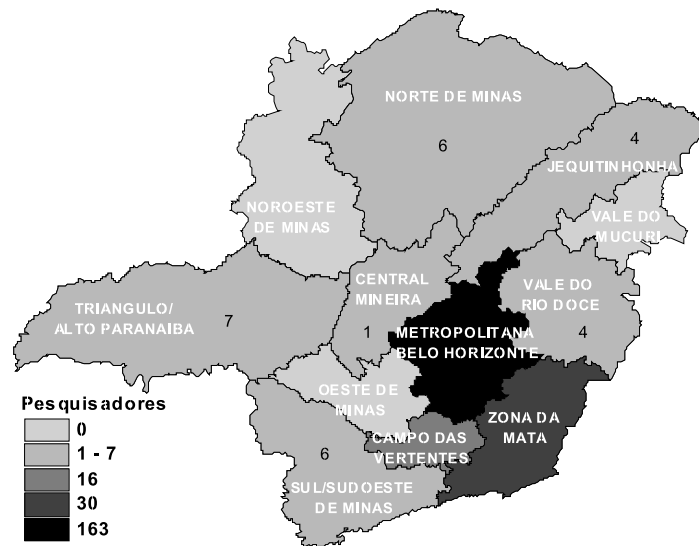
**Figura 1.** Participação de pesquisadores na Consulta Ampla segundo áreas temáticas e localização da instituição de origem (N = 313).



**Figura 2.** Distribuição dos pesquisadores cadastrados segundo o setor institucional e a localização da instituição de origem (N = 313).

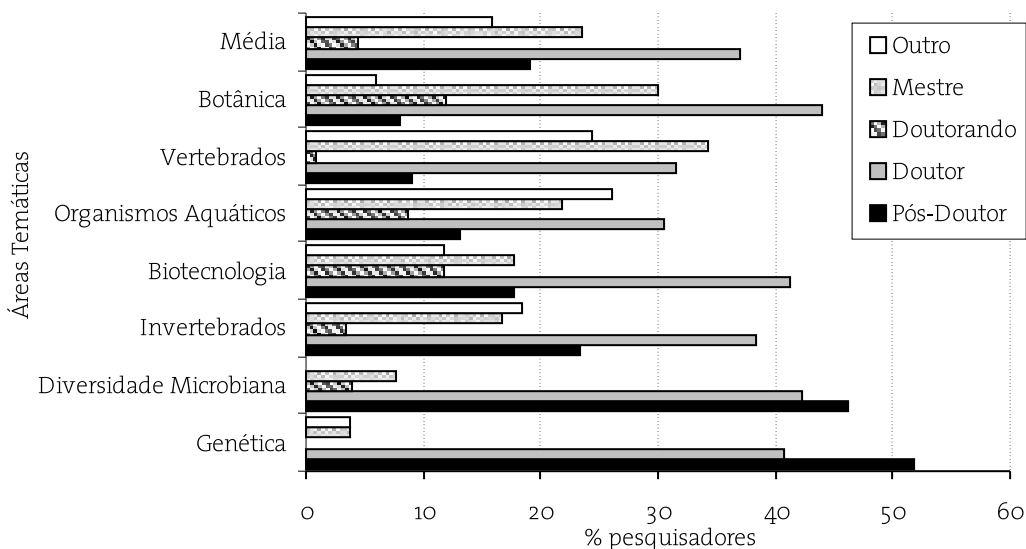


No que diz respeito à distribuição locacional dos pesquisadores no Estado de Minas Gerais (Figura 3), considerando as mesorregiões de planejamento do IBGE, a grande maioria era vinculada a instituições localizadas na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte (163 pesquisadores), seguida das mesorregiões Zona da Mata (30 pesquisadores) e Campo das Vertentes (16 pesquisadores). As demais mesorregiões apresentaram variação entre um e sete pesquisadores, exceto as mesorregiões Oeste de Minas, Noroeste de Minas e Vale do Mucuri, para as quais não houve nenhum pesquisador cadastrado.



**Figura 3.** Distribuição locacional dos pesquisadores em Minas Gerais segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (N = 237).

Quanto à titulação dos pesquisadores cadastrados, a maioria apresentou titulação no grau de Doutor (37%), seguido de Mestre (24%) e Pós-Doutor (19%), que, juntos, somaram 80% do total de pesquisadores cadastrados (Figura 4). Para as áreas temáticas de Genética e Diversidade Microbiana, mais de 90% dos pesquisadores cadastrados declararam titulação de Doutor ou Pós-Doutor, enquanto que a área temática de Vertebrados foi a única em que a percentagem de pesquisadores com titulação de Mestre foi maior do que a de Doutor (34% e 32%, respectivamente).



**Figura 4:** Grau de titulação dos pesquisadores cadastrados, segundo as áreas temáticas (N=313).

Cerca de 63% dos pesquisadores cadastrados reportaram desenvolver pesquisa em 120 áreas do conhecimento segundo a classificação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). As áreas do conhecimento com maior número de pesquisadores foram (Tabela 1): Taxonomia dos Grupos Recentes (55), Conservação das Espécies Animais (47), Ecologia de Ecossistemas (43), Ciências Biológicas (41), Ecologia Aplicada (37), Ecologia (35), Comportamento Animal (31), Zoologia (30) e Morfologia dos Grupos Recentes (25).

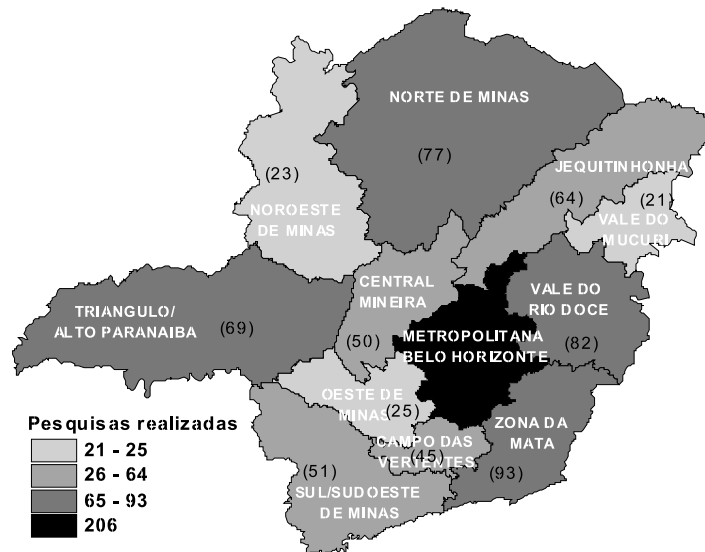
**Tabela 1.** Composição das áreas temáticas e linhas de pesquisa de atuação dos pesquisadores cadastrados (áreas de conhecimento segundo classificação do CNPq).

ÁREAS TEMÁTICAS/ LINHAS DE PESQUISA	NÚMERO DE INDICAÇÕES
Taxonomia dos Grupos Recentes	55
Conservação das Espécies Animais	47
Ecologia de Ecossistemas	43
Ciências Biológicas	41
Ecologia Aplicada	37
Ecologia	35
Comportamento Animal	31
Zoologia	30
Morfologia dos Grupos Recentes	25
Taxonomia de Fanerógamos	20
Genética Animal	14
Fitogeografia; Genética Molecular e de Micro-organismos; Botânica; Ecofisiologia Vegetal	11
Biologia Geral; Zoologia Aplicada; Botânica Aplicada	8
Química dos Produtos Naturais; Micologia; Genética Vegetal; Taxonomia de Criptógamos	7
Ecologia Teórica; Reprodução Vegetal	6
Anatomia Vegetal; Farmacognosia; Morfologia Externa	5
Microbiologia; Citologia e Biologia Celular; Conservação da Natureza; Fisiologia Vegetal; Evolução; Ciências Agrárias; Taxonomia Vegetal; Síntese Orgânica	4
Anatomia Animal; Helmintologia de Parasitos; Sistemática e Ecologia Química; Parasitologia; Entomologia Agrícola; Nutrição e Crescimento Vegetal; Recuperação de Áreas Degradadas; Genética; Microbiologia Agrícola; Microbiologia Aplicada; Controle Populacional de Animais	3

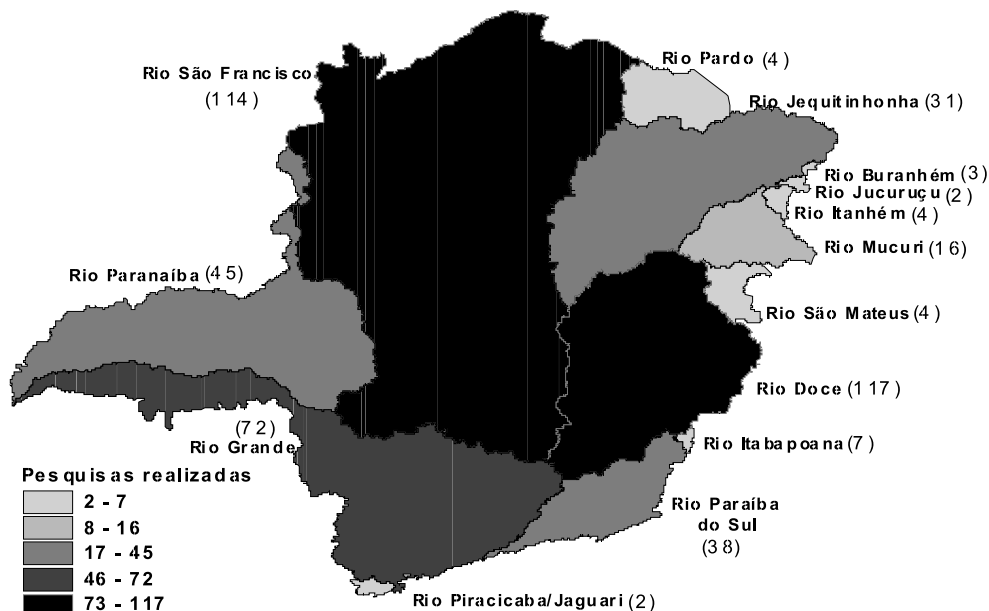
ÁREAS TEMÁTICAS/ LINHAS DE PESQUISA	NÚMERO DE INDICAÇÕES
<p>Conservação de Áreas Silvestres; Fisiologia de Plantas Cultivadas; Conservação de Bacias Hidrográficas; Paleozoologia; Entomologia e Malacologia de Parasitos e Vetores; Sementes Florestais; Saúde Pública; Microbiologia de Alimentos; Protozoologia Parasitária Humana; Imunologia Aplicada; Ciências da Saúde; Microbiologia Industrial e de Fermentação; Fitopatologia; Qualidade do Ar, das Águas e do Solo</p>	2
<p>Ecologia de pequenos mamíferos: dieta e dispersão de sementes por roedores e marsupiais; Embriologia; Engenharia de Materiais e Metalúrgica; Educação Ambiental; Engenharia Química; Educação; Ecologia Aplicada a Engenharia Sanitária; Criação de Animais; Controle de Enchentes e de Barragens; Conservação de Paisagens; Conformação e Estereoquímica; Citotaxonomia; Ciências Exatas e da Terra; Ciências Biológicas, Taxonomia de Fanerógamos; Biologia e Fisiologia dos Micro-organismos; Bacteriologia; Avaliação e Controle de Qualidade de Alimentos; Anatomia Aplicada a Taxonomia; Citogenética Animal; Produção Animal; Histologia; Legislação Ambiental; Manejo de Animais; Manejo de mamíferos silvestres em cativeiro; Manejo e Tratos Culturais; Métodos e Técnicas de Ensino; Padrões, Legislação e Fiscalização de Alimentos; Fitossanidade; Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos; Geografia Ambiental; Proteção Florestal; Química de Macromoléculas; Química, Física, Físico-Química e Bioquímica dos Alimentos e das Matérias-primas Alimentares; Reprodução Animal; Silvicultura; Solos Florestais; Tecnologia de processos fermentativos e Enzimologia industrial ; Utilização dos Animais; Palinologia; Fisiologia Florestal; Epidemiologia; Estrutura; Etnofarmacologia; Evolução Cromossômica ; Exploração Florestal; Extensão Rural; Farmácia: Farmacotecnia; Farmacologia Bioquímica e Molecular; Hidrologia; Fisiologia; Gerenciamento Ambiental; Agronomia; Florestamento e Reflorestamento; Genética da Conservação Animal; Genética de Populações e Genética Quantitativa; Genética e Melhoramento dos Animais Domésticos; Genética Humana e Médica; Genética Quantitativa; Entomologia Agrícola - Acarologia; Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção</p>	1

## Pesquisas desenvolvidas e lacunas existentes

Foram cadastradas 816 pesquisas envolvendo a biodiversidade em Minas Gerais. Desse total, cerca de 206 relacionam-se à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte. Destaque também para as mesorregiões Zona da Mata, Vale do Rio Doce, Norte de Minas e Triângulo/Alto Paranaíba. Por outro lado, as mesorregiões Vale do Mucuri, Oeste de Minas e Noroeste de Minas registraram o menor número de pesquisas cadastradas (Figura 5). Relacionando-se a distribuição das pesquisas às bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Figura 6), as bacias dos rios Doce e São Francisco registraram o maior número de pesquisas, enquanto que nas bacias dos rios Pardo, São Mateus, Itanhém, Jucuruçu e Buranhém ocorreu o inverso.



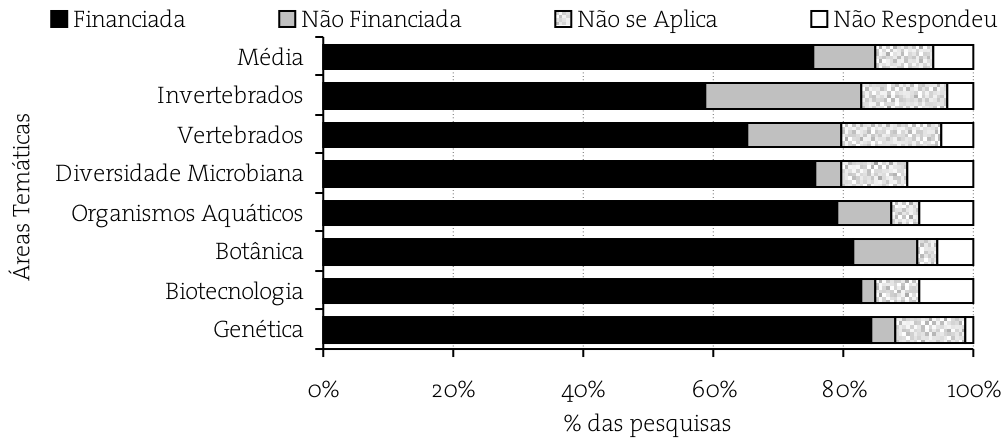
**Figura 5.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (N=806).



**Figura 6.** Distribuição geográfica das pesquisas cadastradas segundo as bacias hidrográficas de Minas Gerais (N = 463).

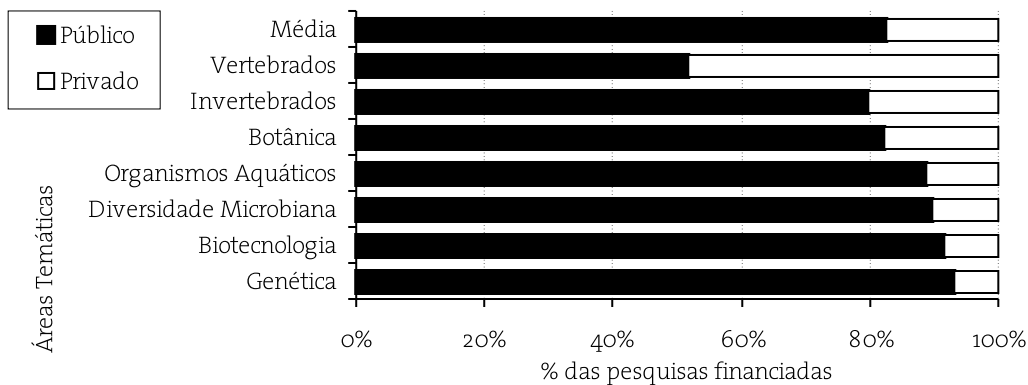
Quanto ao item relacionado ao aporte de financiamento para as pesquisas (Figura 7), cerca de 75% foram financiadas, enquanto que apenas 10% não tiveram apoio financeiro. Para todas as áreas temáticas, mais da metade das pesquisas contaram com financiamentos, com destaque para Genética (84%), Biotecnologia (83%), Botânica (81%), Organismos Aquáticos (79%) e Diversidade Microbiana (76%). As áreas de Vertebrados (65%) e Invertebrados (59%) foram as que apresentaram os menores percentuais de financiamento.





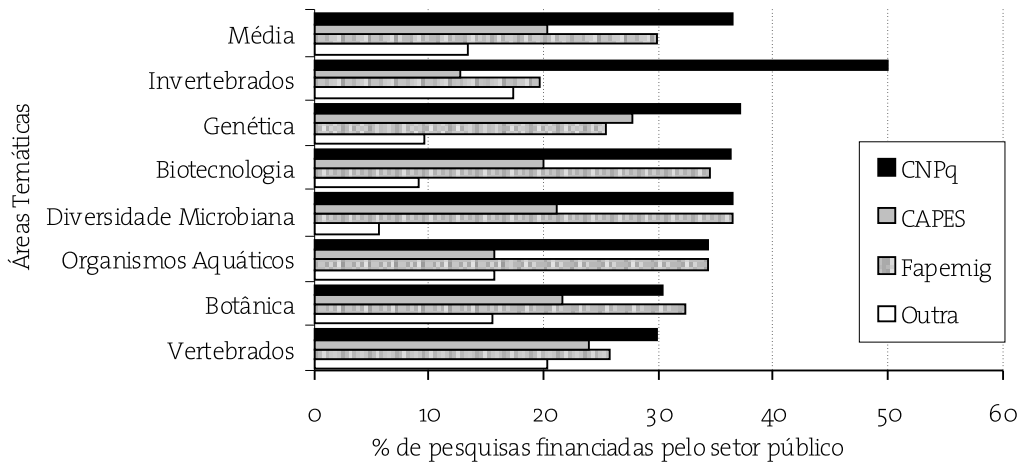
**Figura 7.** Percentagem de pesquisas com ou sem aporte de financiamento, segundo as áreas temáticas (N = 816)

Das pesquisas financiadas (Figura 8), 82% foram financiadas por instituições públicas e somente 18% por instituições privadas. As áreas temáticas Genética, Biotecnologia e Diversidade Microbiana tiveram o maior percentual de financiamento proveniente de instituições públicas (maior ou igual a 90%). Das outras áreas, Organismos Aquáticos, Botânica e Invertebrados também tiveram percentuais elevados de financiamento de origem pública, variando de 80 a 89%, enquanto a área de Vertebrados teve um equilíbrio entre as percentagens de financiamentos público e privado, em torno de 50%.



**Figura 8.** Porcentagem das pesquisas financiadas de acordo com o setor de origem dos financiamentos, segundo as áreas temáticas (N = 564)

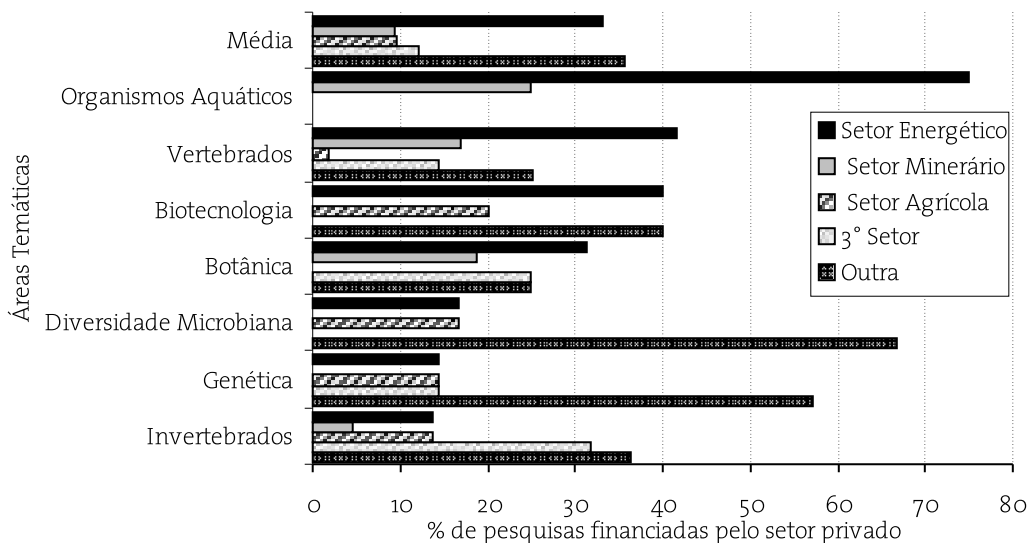
De maneira geral, dentre as instituições públicas, a CAPES (20%) e o CNPq (36%), ambas de abrangência nacional, representaram as agências financiadoras de 56% das pesquisas cadastradas para o Estado, enquanto que 30% foram financiadas pela FAPEMIG, de abrangência estadual (Figura 9). A área temática de Invertebrados, se comparada às demais, atingiu o maior percentual de financiamento pelo CNPq e o menor percentual pela FAPEMIG. Para as outras áreas temáticas, o percentual de financiamento do CNPq mostrou-se semelhante ao da FAPEMIG, exceto a área de Genética, com percentual da CAPES próximo ao da FAPEMIG, mas ambas menores que o CNPq.



**Figura 9.** Percentagem das pesquisas financiadas por instituições públicas, segundo as áreas temáticas (N = 489).

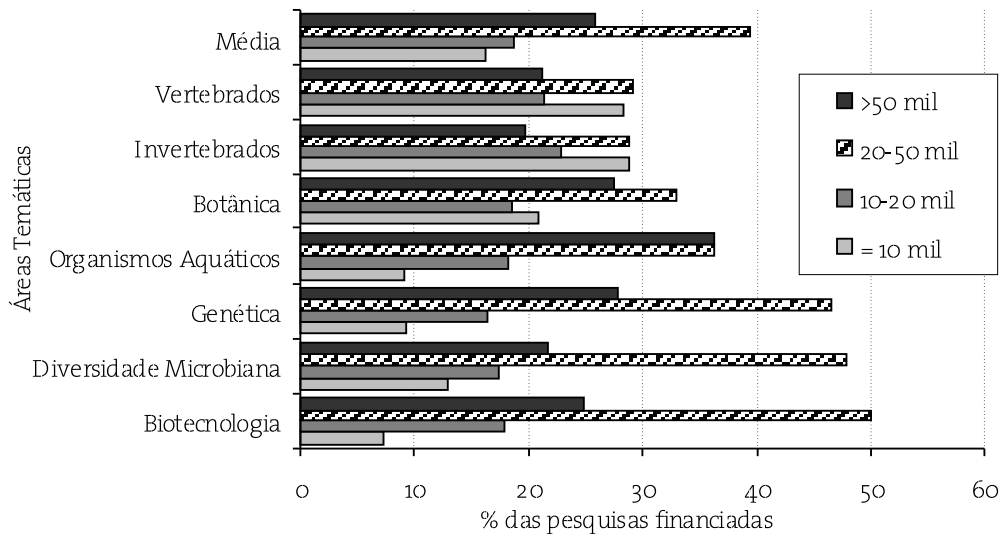
Em relação aos financiamentos fornecidos pelas instituições privadas (Figura 10), a maior parte foi proveniente do setor energético, com 33%, seguido do terceiro setor (12%) e do setor minerário e agrícola (9%). Dos financiamentos provenientes do setor energético, destacam-se as áreas de Organismos Aquáticos (75%), Vertebrados (42%) e Biotecnologia (40%). No setor minerário, as áreas mais beneficiadas foram Organismos Aquáticos (25%), Vertebrados (17%) e Botânica (18%). No setor agrícola, a área de Biotecnologia teve o maior percentual de financiamento (20%), seguido de Diversidade Microbiana (16%), Genética (14%) e Invertebrados (13%). O terceiro setor forneceu mais financiamentos para as áreas de Invertebrados (32%), Botânica (25%) e Vertebrados (14%).

Por outro lado, praticamente todas as áreas temáticas contaram com o financiamento de outras fontes privadas que não os setores Energético, Minerário, Agrícola ou Terceiro Setor. Estas fontes se destacaram como principais para as áreas de Diversidade Microbiana (67%) e Genética (56%), ou representativos, como para Biotecnologia (40%), Invertebrados (36%) e Botânica e Vertebrados (25% cada uma). Apenas a área de Organismos Aquáticos não reportou a utilização de financiamentos privados além daqueles provenientes dos setores Energético e Minerário.



**Figura 10.** Percentagem das pesquisas financiadas por setores privados, segundo as áreas temáticas (N = 222).

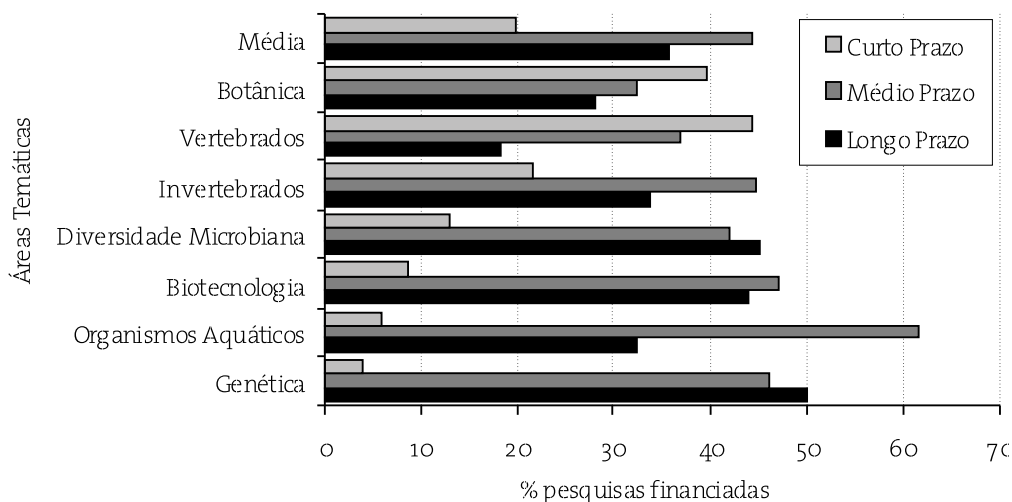
No que diz respeito ao valor dos financiamentos obtidos (Figura 11), a maior parte das pesquisas financiadas (~40%) receberam financiamento na classe de valor compreendida entre 20 e 50 mil, seguido das que obtiveram valores superiores a 50 mil reais (26%). Para todas as áreas temáticas, o maior percentual dos financiamentos esteve na classe de 20 a 50 mil reais, ainda que para a área de Organismos Aquáticos a classe de valores superiores a 50 mil tenha atingido o mesmo percentual da classe de 20 a 50 mil reais (36%).



**Figura 11.** Distribuição das pesquisas por classes de valores de financiamentos obtidos, segundo as áreas temáticas (N = 376).

Quanto ao tempo de duração dos financiamentos das pesquisas (Figura 12), 44% foi de médio prazo, seguido de financiamento de longo prazo (36%) e de curto prazo (20%). A área temática de Botânica (40%) foi a única que teve o percentual de respostas para financiamento de curto prazo maior do que as outras classes. As áreas temáticas Organismos Aquáticos e Genética tiveram menores percentuais para financiamentos com duração curta (4% a 6%), sendo que para a primeira os financiamentos de médio prazo (62%) foram muito maiores que o de longo prazo (32%), enquanto que para segunda,

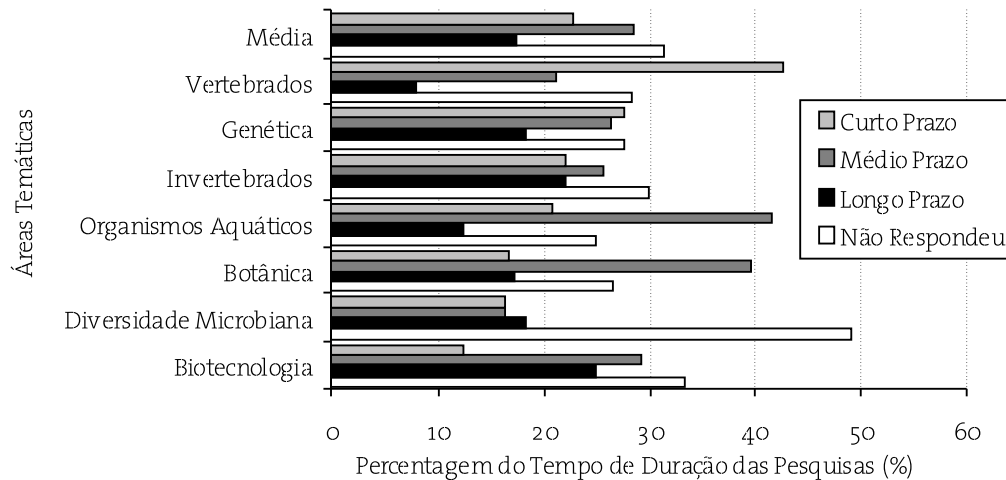
as duas classes de financiamento foram próximas, 46% e 50%, respectivamente. Financiamentos de médio prazo foram semelhantes nas área de Invertebrados, Biotecnologia e Genética, em torno de 45%. O percentual de financiamentos de longo prazo foi maior nas áreas de Genética (50%), Diversidade Microbiana (45%) e Biotecnologia (44%), e menor na área de Vertebrados (18%), sendo a primeira a única área temática em que esta classe de financiamento foi maior do que as demais.



**Figura 12.** Percentagem das pesquisas em relação à duração dos financiamentos, segundo as áreas temáticas (N = 509). Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos, e Longo Prazo = mais de 3 anos.

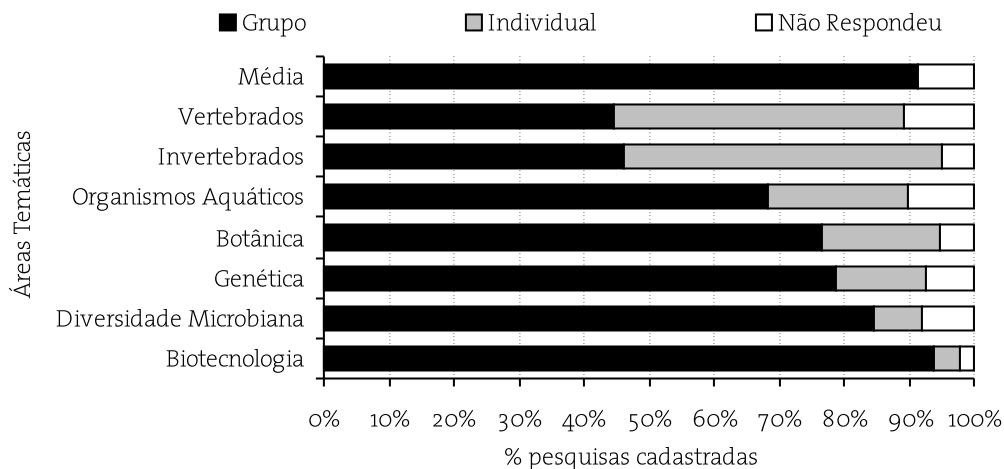
Com relação ao tempo de duração das pesquisas (Figura 13), 29% das pesquisas foram de médio prazo (1 a 3 anos), 23% de curto prazo (até 1 ano) e 17% representaram pesquisas de longo prazo (mais de 3 anos). Pesquisas de curto prazo tiveram maior percentual de respostas para a área de Vertebrados (43%) e a menor percentagem foi na área de Biotecnologia, com 3%. Pesquisas de médio prazo tiveram o maior percentual de resposta na área de Organismos Aquáticos (44%) e

Botânica (33%), Genética (34%) e Biotecnologia (31%) e Diversidade Microbiana (29%) foram as áreas com maior percentual para pesquisas de longo prazo, enquanto Vertebrados teve o menor percentual (13%).



**Figura 13.** Percentagem do tempo de duração das pesquisas por área temática. Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos, e Longo Prazo = mais de 3 anos (N = 816).

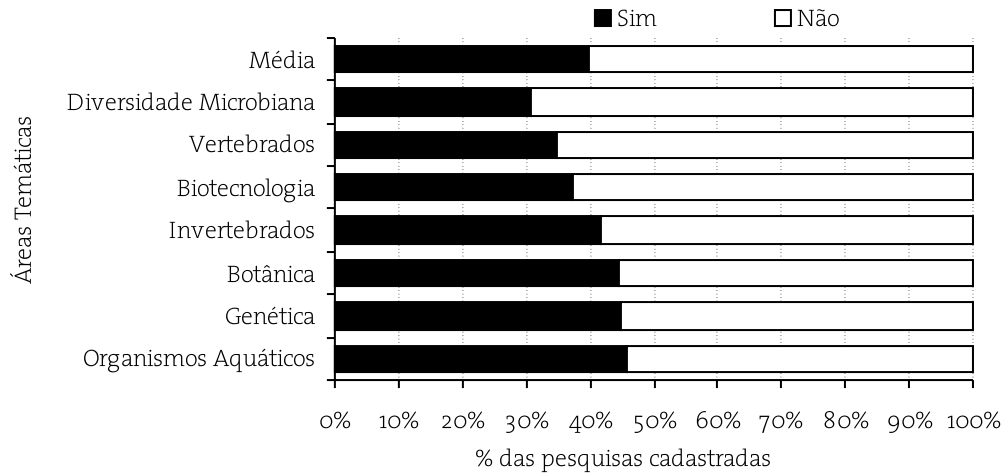
A grande maioria das pesquisas foi realizada em grupo com uma média percentual de 72%, enquanto que apenas 21% do total foram realizadas individualmente (Figura 14). Entre as áreas temáticas, consideradas individualmente, somente Invertebrados e Vertebrados tiveram o grau de participação em grupo próximos da individual. Para todas as outras as pesquisas realizadas em grupo foi maior do que as realizadas de forma individual, com destaque para a área de Biotecnologia, onde o índice alcançou 92% das respostas.



**Figura 14.** Grau de participação das pesquisas, segundo as áreas temáticas (N = 816).

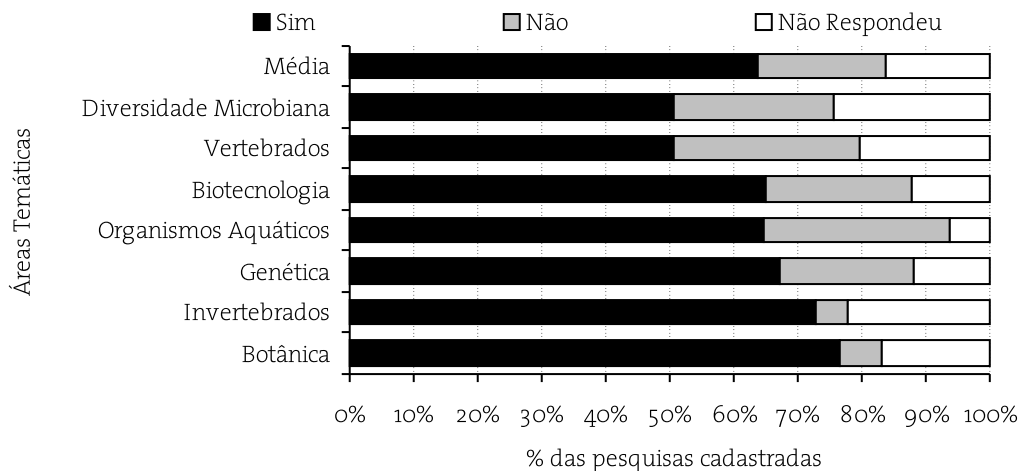
Ao todo, 40% das pesquisas foram realizadas em Unidades de Conservação (UCs). As áreas com maior percentual de realização de pesquisa em UCs (Figura 15) foram Organismos Aquáticos (46%), Genética (45%) e Botânica (44%), e, com percentual menor, a área de Diversidade Microbiana (31%).





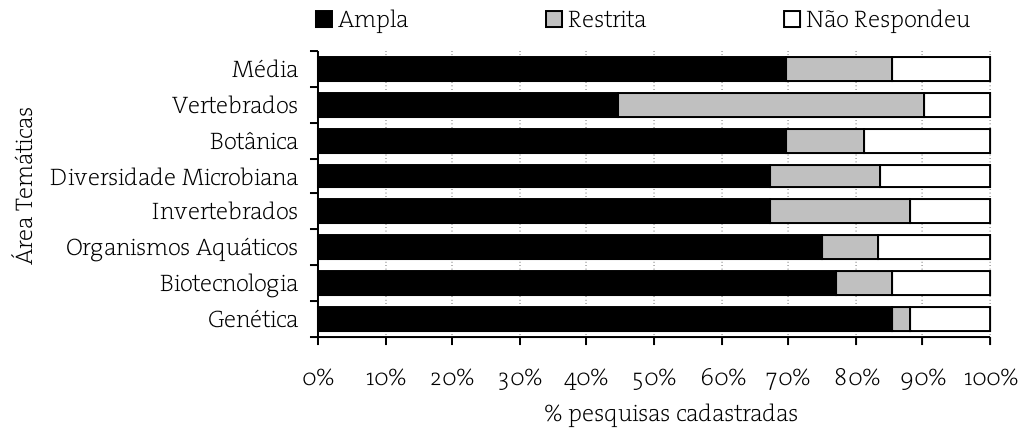
**Figura 15.** Percentagem de pesquisas realizadas em Unidades de Conservação, segundo as áreas temáticas (N = 816).

Em 64% das pesquisas cadastradas (Figura 16), considerando a média entre as áreas temáticas, houve depósito de material testemunho. As áreas com o maior percentual de depósito de material em coleções foram Botânica (76%) e Invertebrados (73%); com menor percentual foram Vertebrados e Diversidade Microbiana (51%). Para 68% das pesquisas cadastradas o material testemunho está guardado em coleções localizadas em Minas Gerais. Do restante das pesquisas, parte do material testemunho está em coleções de Minas Gerais (9%) ou em outra localidade, com destaque para São Paulo (11%) e Rio de Janeiro (10%).



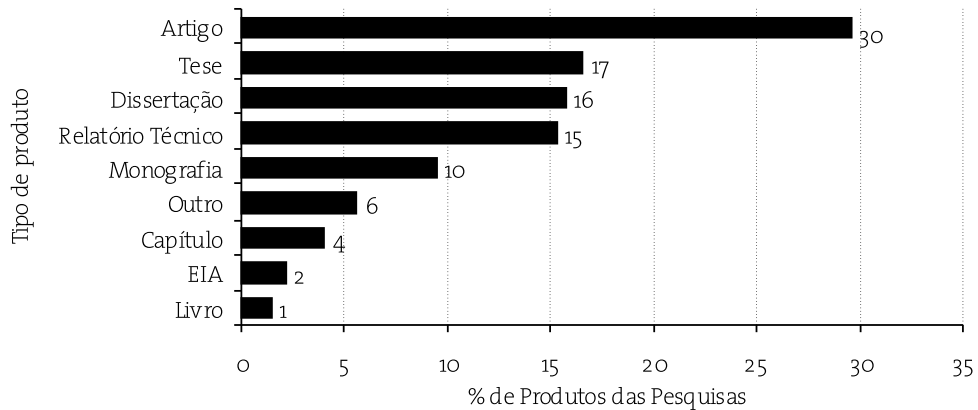
**Figura 16.** Percentagem das pesquisas cadastradas com material depositado em coleções, segundo as áreas temáticas. (N = 816)

Em média, entre as áreas temáticas, 76% dos resultados das pesquisas cadastradas têm acessibilidade ampla, enquanto que apenas 17% têm acessibilidade restrita. Entre as áreas temáticas (Figura 17), Genética (86%), Biotecnologia (77%) e Organismos Aquáticos (75%) foram as que tiveram maior percentual de acessibilidade ampla, enquanto que Vertebrados indicou o menor percentual (45%).



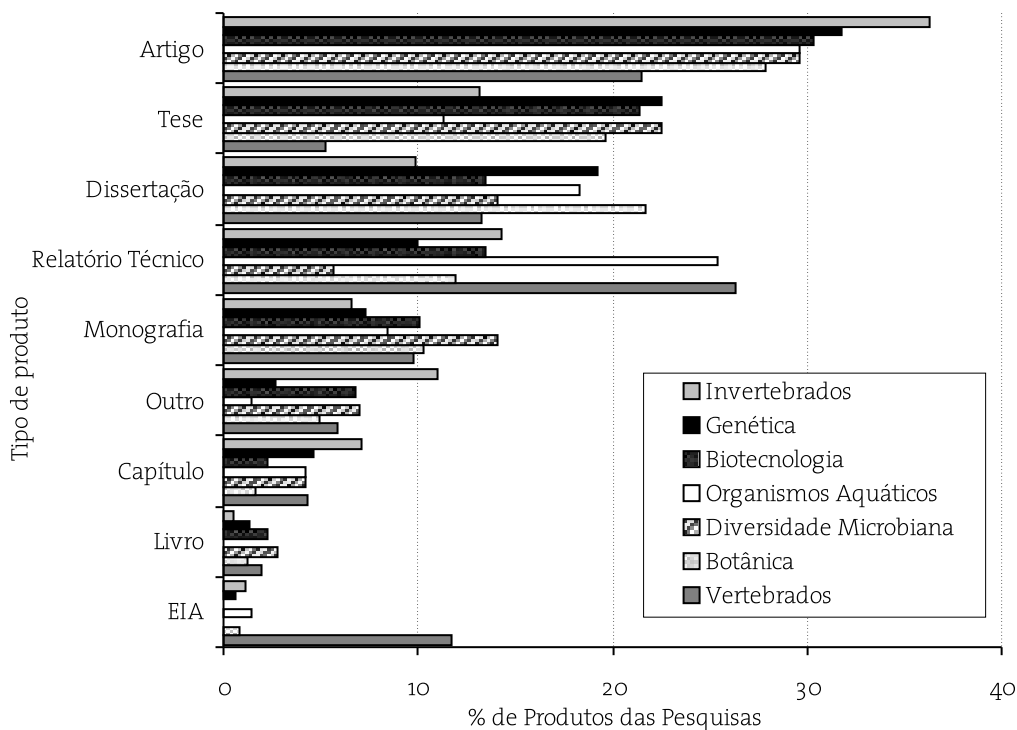
**Figura 17.** Nível de acessibilidade aos resultados das pesquisas, segundo as áreas temáticas (N = 816).

A maioria dos produtos gerados pelas pesquisas (Figura 18) foi na forma de Artigo Científico (~30%), seguido de Tese (17%), Dissertação (16%), Relatório Técnico (15%). Os produtos com menores percentuais foram Estudos de Impacto Ambiental (2%) e Livro (1%).



**Figura 18.** Modalidades dos produtos resultantes das pesquisas cadastradas (N = 1041).

Comparando as áreas temáticas (Figura 19), o produto Artigo Científico teve maior percentual de respostas para a área de Invertebrados (36%) e menor para Vertebrados (21%). Para Tese, a maior percentagem de respostas foi das áreas de Diversidade Microbiana e Genética (23%) e a menor percentagem foi da área de Vertebrados (5%). O maior percentual de respostas para o produto Dissertação foi da área de Botânica (22%) e o menor, da área de Invertebrados (10%). Por outro lado, Relatório Técnico teve maior percentual para área de Vertebrados (26%) e menor para área de Diversidade Microbiana (6%).

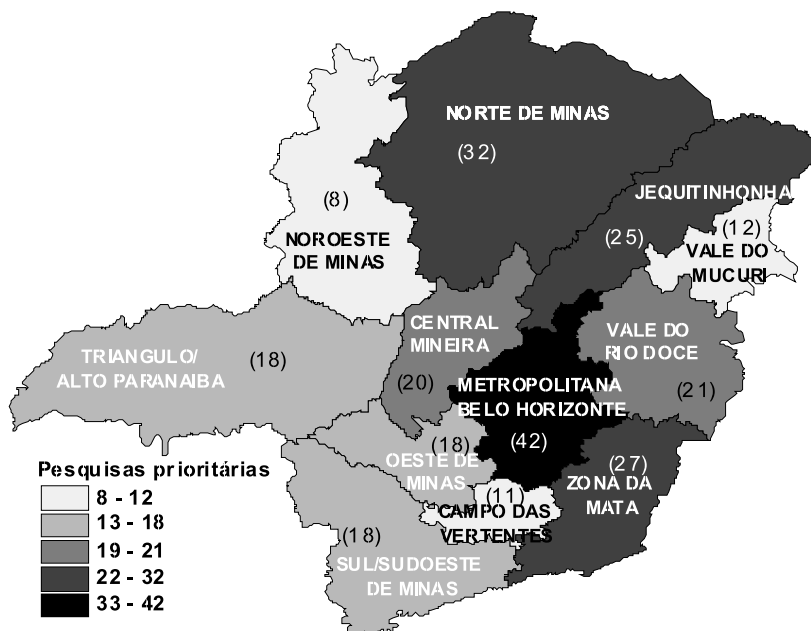


**Figura 19.** Modalidade dos produtos resultantes das pesquisas cadastradas, segundo as áreas temáticas (N = 700).

## Pesquisas e recursos prioritários para Minas Gerais

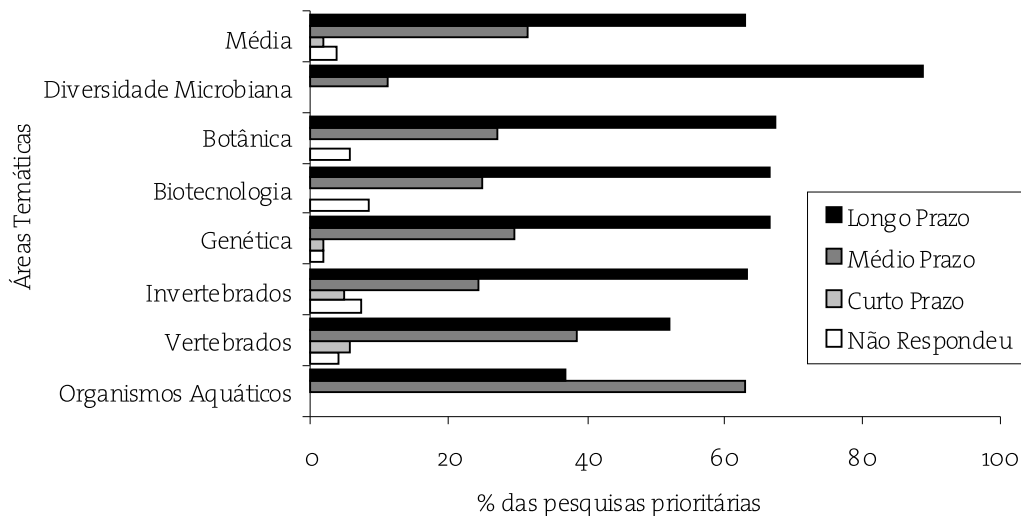
Esta parte do questionário destinou-se ao conhecimento das pesquisas prioritárias para o Estado e respectivos insumos necessários a sua execução, considerando a localização geográfica, a duração e o perfil de financiamento.

No total, foram cadastradas 292 pesquisas prioritárias, distribuídas segundo as mesorregiões de planejamento do IBGE (figura 20). A mesorregião Metropolitana Belo Horizonte concentrou a maior parte das pesquisas indicadas, seguida das mesorregiões Norte de Minas, Zona da Mata e Jequitinhonha. As mesorregiões que tiveram o menor número de pesquisas relacionadas foram Noroeste de Minas, Campo das Vertentes e Vale do Mucuri.



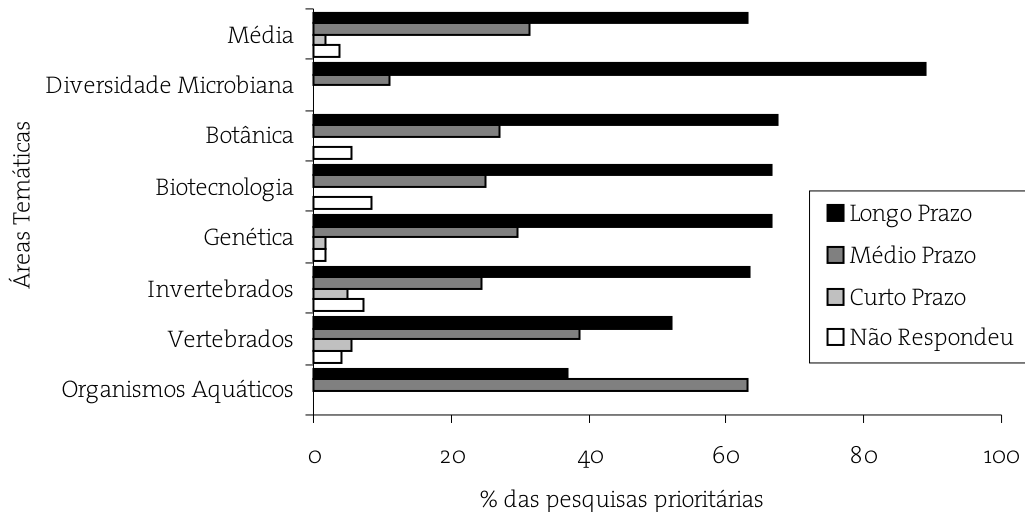
**Figura 20.** Distribuição geográfica das pesquisas prioritárias em Minas Gerais segundo as mesorregiões do IBGE (N = 252).

Em relação ao tempo de duração das pesquisas e, por conseguinte, dos financiamentos, as pesquisas de longa duração (63%) foram as mais indicadas para investimentos futuros, seguida das pesquisas de média duração (32%) e por último, com 2% das indicações, as de curta duração. Entre as áreas temáticas (Figura 21), a área de Diversidade Microbiana foi a que teve o maior percentual de indicações para pesquisas/financiamentos de longo prazo (89%), e Organismos Aquáticos foi a que apresentou o menor percentual de pesquisas a serem realizadas em longo prazo (37%). Em relação a pesquisas/financiamentos de médio prazo, a área de Organismos Aquáticos teve o maior percentual (63%) e Diversidade Microbiana, o menor (11%). As pesquisas de curta duração tiveram baixa representatividade para todas as áreas temáticas, variando de 0% a 5%.



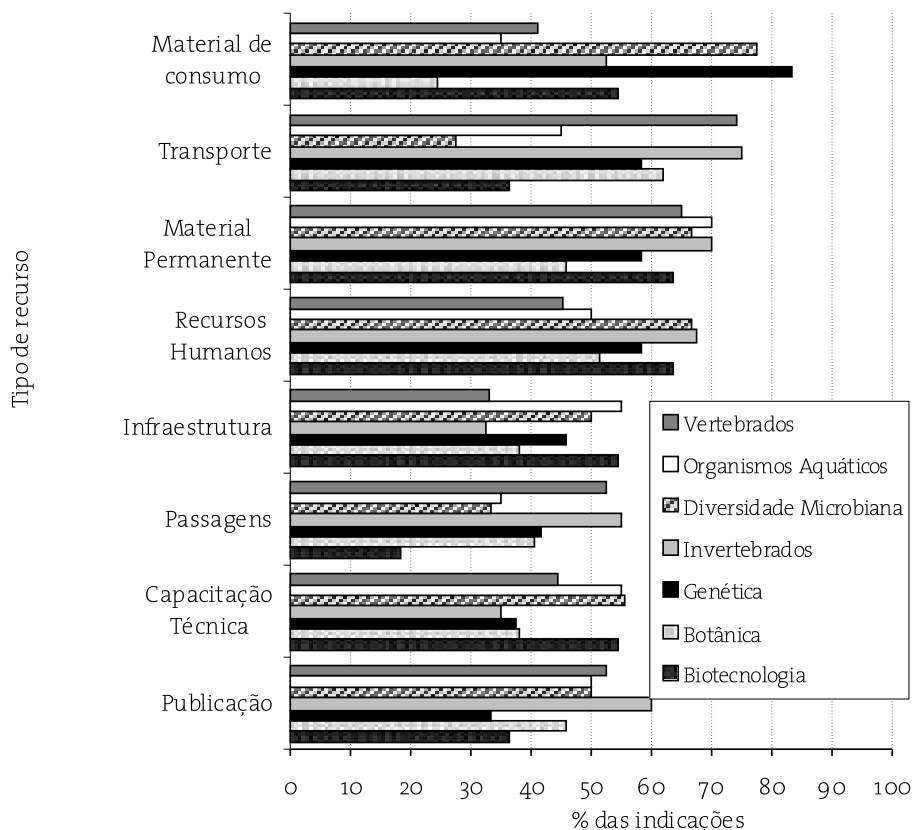
**Figura 21.** Distribuição das pesquisas prioritárias cadastradas em relação ao tempo de duração para investimento de recursos (N = 292). Curto Prazo = até 1 ano, Médio Prazo = de 1 a 3 anos, e Longo Prazo = mais de 3 anos.

Com relação à prioridade dos financiamentos, praticamente para todos os itens da lista de insumos a prioridade alta foi indicada em mais de 40% das respostas (Figura 22). Os itens Material Permanente (63%), Recursos Humanos (57%), Transporte (54%), Material de Consumo (53%) foram os mais indicados como de alta prioridade. Como média prioridade destacou-se o item Passagens, com 41%. De baixa prioridade de financiamento, todos os itens tiveram percentagens menores que 20%.



**Figura 22.** Grau de prioridade dos financiamentos dos insumos necessários às pesquisas (N = 292).

Entre as áreas temáticas (Figura 23), destacaram-se como **alta prioridade** os itens “Material de Consumo” para as áreas de Genética (83%) e Diversidade Microbiana (78%); “Transporte” para as áreas de Vertebrados (74%) e Invertebrados (75%); “Material Permanente” para as áreas de Organismos Aquáticos e Invertebrados (70%); “Recursos Humanos” para as áreas de Invertebrados (68%) e Diversidade Microbiana (67%); “Infraestrutura” para as áreas de Organismos Aquáticos e Biotecnologia (55%, ambos); “Passagens” para as áreas de Invertebrados (55%); “Capacitação técnica” para as áreas de Diversidade Microbiana (56%), Organismos Aquáticos e Biotecnologia (55%, para ambos); e “Publicação” para Invertebrados (60%) e Vertebrados (53%).

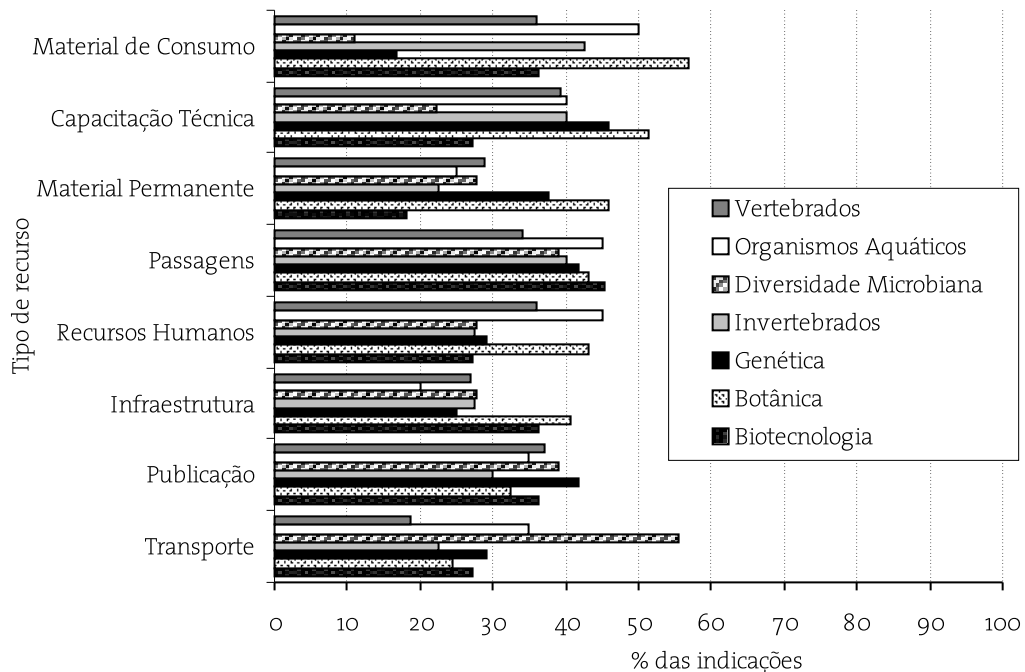


**Figura 23.** Percentagem das indicações de investimentos considerados altamente prioritários em relação ao tipo de recurso, segundo as áreas temáticas (N = 292).

Como **média prioridade** para financiamento (Figura 24), o item “Material de Consumo” obteve maior número de respostas para as áreas de Botânica (56%) e Organismos Aquáticos (50%); o item “Capacitação Técnica” teve maior demanda para as áreas de Botânica e Genética (57% e 51% respectivamente); o item “Material Permanente” foi especialmente destacado para Botânica (46%); o item “Passagens” destacou-se nas áreas de Biotecnologia e Organismos Aquáticos (45%); o item

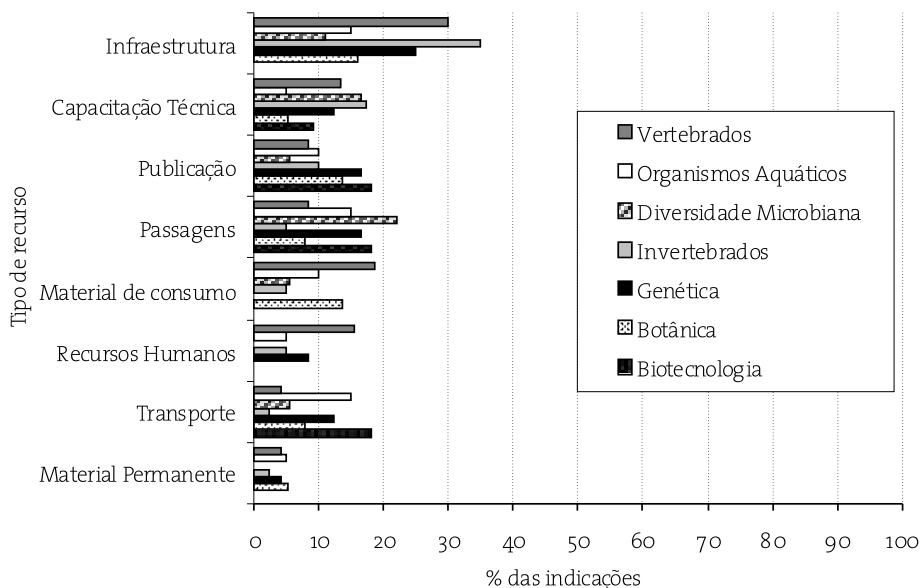


“Recursos Humanos” foi mais representado nas áreas de Organismos Aquáticos (45%) e Botânica (43%); o item “Infraestrutura” teve maior ênfase para a Botânica (41%); o item “Publicação” destacou-se na área da Genética (42%); e o item “Transporte”, na área de Diversidade Microbiana (56%).



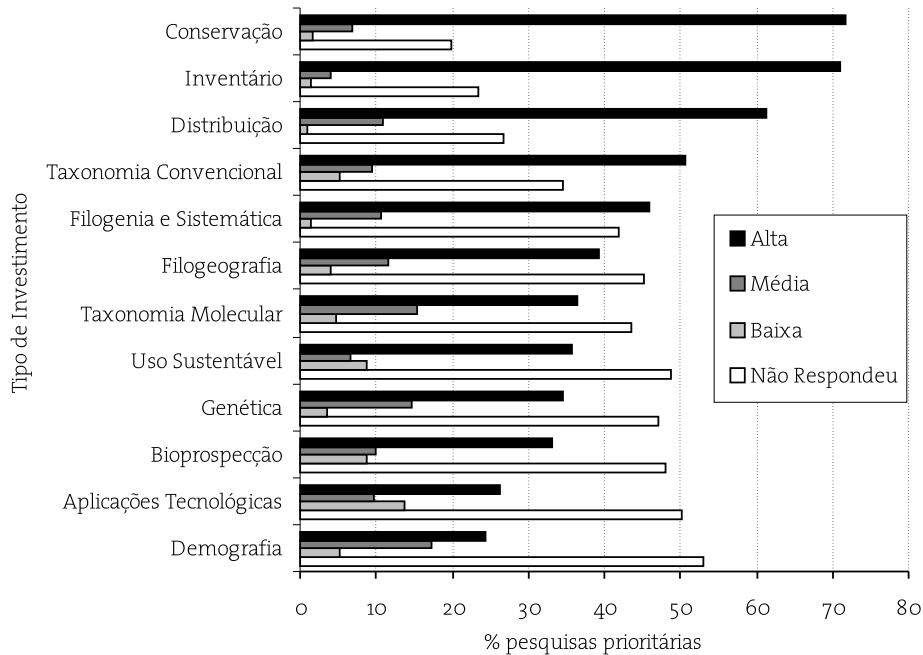
**Figura 24.** Percentagem das indicações de investimentos considerados de média prioridade em relação ao tipo de recurso, segundo as áreas temáticas (N = 292).

E em relação à **baixa prioridade** para financiamento (Figura 25), o item “Infraestrutura” teve maior importância para as áreas de Vertebrados (35%), Invertebrados (30%) e Genética (25%). Para todos os demais itens nos diferentes grupos temáticos, as percentagens ficaram abaixo de 20%.



**Figura 25.** Percentagem das indicações de investimentos considerados de baixa prioridade em relação ao tipo de recurso, segundo as áreas temáticas (N = 292).

Dentre as pesquisas indicadas como prioritárias (Figura 26), destacaram-se como de **alta prioridade** para financiamento aquelas nas linhas da Conservação (72%), Inventários (71%), Distribuição geográfica (61%), Taxonomia Convencional (51%), Filogenia e Sistemática (46%), além das linhas de pesquisa sobre Filogenia, Taxonomia Molecular, Uso Sustentável, Genética e Bioprospecção, todas entre 30 e 40%. Demais áreas ou linhas de pesquisa ficaram abaixo de 30%. Nenhuma área alcançou mais de 20%, tanto para média quanto para baixa prioridade.

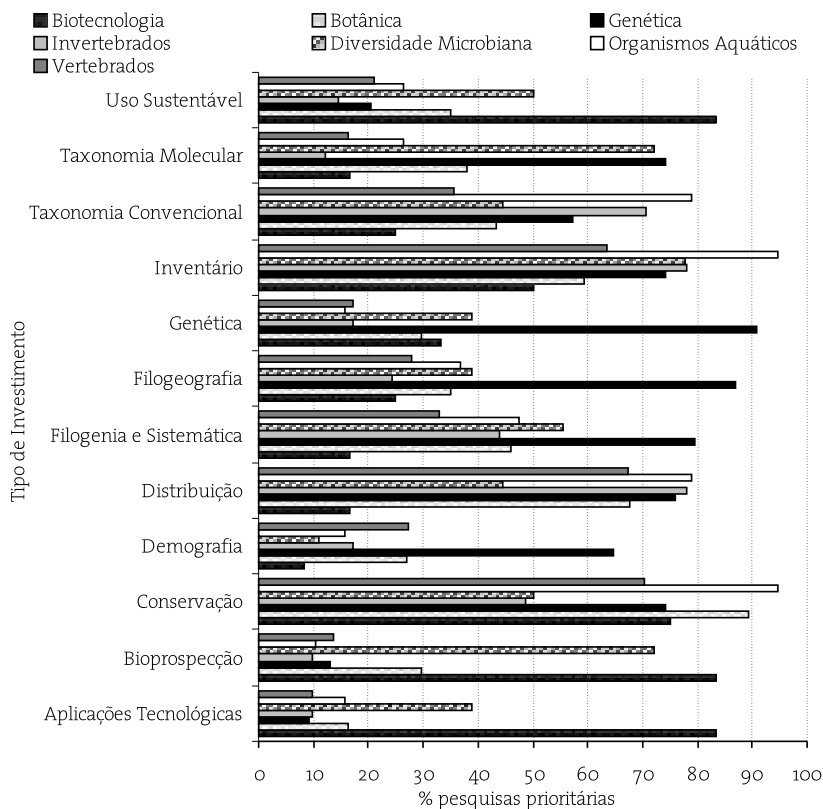


**Figura 26.** Linhas de pesquisa consideradas prioritárias no âmbito do Biota Minas (N=292).

No que diz respeito às linhas de pesquisa prioritárias para cada um das áreas temáticas consideradas no diagnóstico (Figura 27), a área de Biotecnologia destacou a necessidade de pesquisas sobre Uso Sustentável (83%). O maior interesse em pesquisas voltadas para a Taxonomia Molecular foi representado pelas áreas de Diversidade Microbiana (72%) e Genética (73%); pesquisas sobre Taxonomia Convencional foram destacadas pelas áreas Organismos Aquáticos (79%) e Invertebrados (71%). A necessidade de inventários foi destacada pelas áreas temáticas Organismos Aquáticos (93%), Diversidade Microbiana e Invertebrados (78%) e Genética (74%). A área de Genética apontou como prioritárias as pesquisas sobre Filogeografia (91%), Genética (86%) e Filogenia e Sistemática (80%). A necessidade de pesquisas sobre Distribuição Geográfica foi destacada pelas áreas de Organismos Aquáticos (79%), Invertebrados (78%) e Genética (76%). O tema Demografia destacou-se na área de Genética (64%). Pesquisas sobre Conservação foram

consideradas prioritárias pelas áreas de Organismos Aquáticos (93%) e Botânica (89%). Pesquisas em Bioprospecção e Aplicações Tecnológicas tiveram alta importância para a área de Biotecnologia, ambas com 82% das indicações.

Em relação às média e baixa prioridades para financiamento, nenhuma área temática alcançou mais de 30% em quaisquer das linhas de pesquisa.



**Figura 27.** Linhas de pesquisa consideradas prioritárias para investimento de recursos no âmbito do Biota Minas, segundo as áreas temáticas (N=292)

## **Diretrizes Finais do Biota Minas**

Consolidando a extensa base de dados e recomendações apresentadas, foi elaborada uma matriz lógica com as metas gerais e específicas para o “Biota Minas”. Assim, para cada meta proposta foram indicados os objetivos a serem alcançados, os meios de obtenção, custos estimados, produtos derivados, indicadores de resultados e prazos de implementação.

Esta matriz é colocada como um instrumento de referência para a implantação do Programa, que traduz de forma sintética e operacional o que deve ser feito para o avanço do conhecimento científico e tecnológico e a conservação em Minas Gerais.

Esta matriz foi replicada para as áreas temáticas, individualmente ou agrupadas, que compõe o diagnóstico, de modo a distinguir as prioridades entre os diferentes grupos temáticos, considerando o conhecimento hoje existente e as respectivas lacunas diagnosticadas. Os resultados podem ser conferidos a seguir.

## Metas Globais para o Programa Biota Minas

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
Elaboração de listas ( <i>checklist</i> ) das espécies do Estado de Minas Gerais	Tornar disponível listagens/ catálogos sobre a biodiversidade de Minas Gerais	Dados existentes e disponíveis para compilação	Compilação de dados da literatura e bancos de dados disponíveis das espécies (formalmente descritas) com ocorrência no Estado de MG
Formação de novos sistematas e taxonomistas em MG/recursos humanos em áreas estratégicas para pesquisas em conservação e uso da biodiversidade	Formar e manter profissionais aptos a trabalhar com taxonomia dos grupos biológicos que ocorrem em MG	Existência de cursos orientados e estruturados para a formação de taxonomistas e sistematas	Disponibilização de bolsas de pós-graduação (mestrado e doutorado) para instituições que incluam no currículo a formação de taxonomistas; Bolsas de pós-doutorado para atração e fixação de taxonomistas em instituições estaduais
Fortalecimento das coleções biológicas existentes no Estado de Minas Gerais	Tornar as coleções biológicas estaduais adequadas para o recebimento e manutenção dos espécimes coletados em Minas Gerais	Existência de coleções biológicas em Minas Gerais	Recursos para adequação/ ampliação das instalações; aquisição de material e contratação de pessoal para manutenção dos acervos
Integração em rede das coleções biológicas, públicas e privadas, do Estado de Minas Gerais	Tornar disponível em rede (internet) os dados das coleções biológicas sediadas em Minas Gerais	Existência de coleções em Minas Gerais	Informatização dos acervos através de softwares adequados

&gt;&gt;&gt;

CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)	PRODUTOS	INDICADORES	PRAZOS
Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + diárias+ bolsas de estudo+ publicações	Publicações de <i>checklists</i> (revistas especializadas ou catálogos específicos) para os diferentes grupos que compõem a biodiversidade de Minas Gerais (regionais, por grupos ou para o Estado como um todo)	Número de cheklists disponibilizados anualmente	Curto/médio
Bolsas + equipamento + material de consumo + diárias	Taxonomistas/Sistematas formados em instituições do Estado de Minas Gerais	Número de sistematas com nível de pós-graduação formados no Estado de Minas Gerais; Número de revisões / descrições elaboradas por bolsista em instituições que receberem financiamento na forma de bolsas de pós-graduação	Longo
Bolsas + infraestrutura + equipamento + material de consumo	Coleções biológicas funcionais e aptas para o registro do material biológico coletado no Estado	Taxa anual de incremento do acervo (fórmula a ser elaborada)	Curto/médio
Serviços especializados + equipamento + treinamentos + bolsas	Banco de dados contendo o acervo da instituição	Número de registros disponibilizados anualmente na rede	Médio

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

<b>METAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>PRESSUPOSTOS</b>	<b>MEIOS</b>
Promoção do conhecimento científico sobre as áreas prioritárias para investigação científica indicadas no “Atlas de Áreas Prioritárias de Minas Gerais”	Conhecer a biodiversidade em áreas com pouca/nenhuma informação reconhecida oficialmente; fornecer subsídios para as políticas de conservação estaduais	Áreas prioritárias para investigação científica indicadas no Estado	Realização de inventários
Promover o conhecimento científico das espécies ameaçadas e segundo as listas vermelhas oficiais de fauna e flora do Estado	Ampliar o conhecimento acerca das espécies ameaçadas, de forma a poder intervir efetivamente em sua conservação	Listas de espécies ameaçadas no Estado	Estudos direcionados ao entendimento da dinâmica biológica e populacional dessas espécies; parceria com instituições que tenham programas de fomento já estabelecidos, voltados às espécies ameaçadas
Implantação de programas para a conservação e o manejo das espécies ameaçadas, quase ameaçadas e de uso econômico, in situ e ex situ	Promover a conservação, o uso e a repartição dos benefícios da biodiversidade	Listas de espécies ameaçadas, quase ameaçadas e de uso econômico no Estado	Realizar parcerias com a SEMAD, empresas privadas, ONGs conservacionistas, universidades, centros de pesquisas e outros.
Promover o conhecimento científico nas unidades de conservação do Estado de Minas Gerais, incluindo as RPPN	Conhecer a biodiversidade em áreas protegidas oficialmente	Política de incentivo ao conhecimento da biodiversidade nas UC's localizadas no Estado	Financiamentos para elaboração de inventários; facilitação dos processos de licenciamento; infraestrutura e apoio logístico para realização dos trabalhos



&gt;&gt;&gt;

CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)	PRODUTOS	INDICADORES	PRAZOS
Equipamento + diárias + bolsas + publicações	Inventários para as diferentes áreas indicadas no “Atlas de Áreas Prioritárias de Minas Gerais”	Número de áreas e inventários realizados	Curto/médio
Equipamento + diárias + material de consumo + bolsas + publicações	Publicação de estudos desenvolvidos com essas espécies	Programas de conservação e manejo implantados; número de espécies estudadas	Curto/médio
Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + viagens+ bolsas + publicações + serviços	Protocolos de manejo; publicações	Número de espécies beneficiadas e de programas implementados; instrumentos legais criados para promover a conservação e o uso das espécies	Médio/longo
Equipamento + diárias + bolsas + publicações + material de consumo	Inventários nas diferentes unidades de conservação	Número de inventários realizados por unidade de conservação	Médio/longo

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

<b>METAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>PRESSUPOSTOS</b>	<b>MEIOS</b>
Promover o uso sustentável de espécies nativas de Minas Gerais	Conservação da biodiversidade relacionada às espécies de interesse econômico do Estado de Minas Gerais	Existência de lista de espécies de uso atual e potencial em Minas Gerais	Incentivo a pesquisas com espécies nativas de Minas Gerais de uso atual ou potencial
Ampliar o conhecimento sobre espécies listadas como “Deficientes em Dados”, segundo o documento “Listas Vermelhas das Espécies da Flora e Fauna Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais (Biodiversitas, 2008)”	Elucidar o status de conservação das espécies DD; direcionar programas e políticas de conservação para essas espécies	Listas de espécies DD do Estado	Financiamento de estudos direcionados ao entendimento da distribuição, dinâmica biológica e populacional dessas espécies
Criação de um Centro de Referência de Dados do Biota Minas	Tornar os estudos de biodiversidade e acervos acessíveis em rede (internet) para a sociedade	Instituição com profissionais capacitados e estrutura computacional capaz de gerenciar e armazenar a informação sobre biodiversidade de Minas Gerais	Desenvolvimento de ferramentas e mecanismos para a reunião e a distribuição dos dados; parcerias/intercâmbios com instituições que tenham expertise relacionada e que possa ser compartilhada
Divulgação do conhecimento sobre a biodiversidade do Estado de Minas Gerais	Tornar a biodiversidade de Minas Gerais conhecida pela população leiga e acadêmica	Informação sobre biodiversidade ordenada e disponível para publicação	Financiamento de publicações padronizadas acerca da biodiversidade de Minas Gerais

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>
Pessoal + equipamento + diárias, bolsas de estudo, publicações	Planos de manejo das espécies; publicações	Patentes solicitadas; cadeias produtivas organizadas; políticas de incentivo econômico criadas; processos de certificação dos produtos originados da exploração das espécies	Médio/longo
Pessoal + equipamento + diárias, bolsas de estudo, publicações	Publicação de estudos desenvolvidos com essas espécies	Número de espécies indicadas como “DD” com status de conservação estabelecido;	Médio/longo
Equipamento + diárias + serviços	“Bancos de dados” contendo os acervos das instituições e o conhecimento sobre a biodiversidade de Minas Gerais	Existência de uma rede interligada e funcional; número de consultas aos bancos de dados disponibilizados na rede	Permanente
Pessoal + equipamento + serviços	Publicação de livros, revistas, boletins e outros meios impressos e eletrônicos abordando a biodiversidade de Minas Gerais	Número de publicações disponibilizadas	Médio/longo

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
Promover pesquisas multidisciplinares sobre a biota do Estado de MG	Integração do conhecimento científico sobre a biota do Estado de Minas Gerais	Existência de profissionais com competência científica nas diversas áreas do conhecimento da biota	Incentivo e financiamento a projetos multidisciplinares
Criação do Centro de Recursos Genéticos de Componentes da Biodiversidade de MG - GENBiota-MG	Armazenar e disponibilizar, para a comunidade científica e empresas, extratos de amostras da biodiversidade mineira para pesquisa e/ou desenvolvimento de novos produtos e insumos; promover agregação de valor científico e biotecnológico à biodiversidade	Enorme potencial biotecnológico dos componentes da biodiversidade mineira; Interesse da comunidade científica e das empresas de biotecnologia no acesso aos componentes da biodiversidade; existência de política estadual que normatize o acesso aos recursos genéticos	Integração das coletas para fins biológicos/taxonômicos, fornecendo infraestrutura e apoio logístico para a coleta em paralelo, visando o preparo de material biológico e depósito no GENBiota-MG; Integração com os bancos de dados do BIOTA-MG; Construção/adaptação de um local apropriado para a instalação do GENBiota-MG
Promover o conhecimento sobre a biota microbiana do Estado de Minas Gerais	Conhecer a biodiversidade microbiana em áreas com pouca/nenhuma informação reconhecida oficialmente; fornecer subsídios para as políticas de conservação estaduais	Existência de profissionais com competência científica na área do conhecimento específico	Incentivo e financiamento a projetos de pesquisa

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>
Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + viagens+ bolsas + publicações + serviços	Patentes, produtos biotecnológicos, publicações científicas, propriedade intelectual	Número de patentes, no. de pedidos de propriedade intelectual, no. de artigos publicados, no. de novos produtos e usos	Médio/longo
Instalações (construção ou adaptação) + pessoal + equipamento + material de consumo + acesso aos bancos dados + viagens + bolsas + serviços	Material biológico acessível através de contratos apropriados; registro, proteção e disponibilização dos dados gerados; mapeamento do potencial biotecnológico da biodiversidade mineira	Número de amostras biológicas depositadas; número de amostras biológicas acessadas; número de patentes solicitadas; número de publicações	Médio/longo
Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + viagens+ bolsas + publicações + serviços	Inventários científicos, publicações	Número de inventários realizados, no. de artigos publicados, no. espécies descritas	Médio/longo

## Metas das Áreas Temáticas Diversidade Genética, Microbiana e Biotecnologia para o Programa Biota Minas

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
Conhecimento da biota microbiana do Estado de Minas Gerais	Conhecer a biodiversidade microbiana em áreas com pouca/nenhuma informação reconhecida oficialmente; fornecer subsídios para as políticas de conservação estaduais	Existência de profissionais com competência científica na área do conhecimento específico	Incentivo e financiamento a projetos de pesquisa
Elaboração de listas ( <i>checklist</i> ) dos táxons da microbiota do Estado de Minas Gerais	Tornar disponíveis listagens/catálogos sobre a diversidade da microbiota de Minas Gerais	Dados disponíveis para compilação	Realização de inventários taxonômicos, compilação de dados da literatura e bancos de dados disponíveis dos táxons (formalmente descritos) no estado de MG
Formação de novos sistematas e taxonomistas microbianos no Estado de Minas Gerais/recursos humanos em áreas estratégicas para pesquisas em conservação e uso da biodiversidade	Formar e manter profissionais aptos a trabalhar com taxonomia dos grupos microbiológicos que ocorrem em MG	Existência de cursos orientados e estruturados para a formação de taxonomistas e sistematas microbianos	Disponibilização de bolsas de pós-graduação (mestrado e doutorado) para instituições que incluam no currículo a formação de taxonomistas; Bolsas de pós-doutorado para atração e fixação de taxonomistas em instituições estaduais

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>	<b>ÁREA TEMÁTICA</b>
Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + viagens + bolsas + publicações + serviços	Inventários científicos, publicações	Número de inventários realizados, no. de artigos publicados, no. de espécies descritas	Médio/longo	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética
Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + diárias + bolsas + publicações	Publicações de <i>checklists</i> (revistas especializadas ou catálogos específicos) para os diferentes grupos que compõem a diversidade da microbiota de Minas Gerais (regionais, por grupos ou para o Estado como um todo)	Número de <i>checklists</i> disponibilizados anualmente	Longo	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética
Bolsas + equipamento + material de consumo + diárias	Taxonomistas/ Sistematas formados em instituições do Estado de Minas Gerais	Número de sistematas com nível de pós-graduação formados no estado de Minas Gerais; Número de revisões / descrições elaboradas por bolsista em instituições que receberem financiamento na forma de bolsas de pós-graduação	Longo	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
Criação e ampliação das coleções biológicas existentes no Estado de Minas Gerais	Tornar as coleções biológicas estaduais adequadas para o recebimento e manutenção dos espécimes coletados (micro-organismos, DNA, células e tecidos, germoplasma, extratos, moléculas etc.) em MG	Existência de coleções biológicas em Minas Gerais	Recursos para implantação, adequação e ampliação das instalações; aquisição de material permanente e de consumo; capacitação e contratação de pessoal para manutenção dos acervos
Integração em rede das coleções biológicas, públicas e privadas, do Estado de Minas Gerais	Tornar disponível em rede (internet) os dados das coleções biológicas sediadas em Minas Gerais	Existência de coleções em Minas Gerais	Informatização dos acervos através de softwares adequados
Promover o conhecimento científico das espécies da microbiota, fauna e flora ameaçadas do Estado de MG	Ampliar o conhecimento acerca das espécies ameaçadas de forma a poder intervir efetivamente na sua conservação	Listas de espécies ameaçadas no Estado	Estudos direcionados ao entendimento da dinâmica biológica e populacional dessas espécies; parceria com instituições que possuem programas de fomento voltado às espécies ameaçadas já estabelecidos



&gt;&gt;&gt;

CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)	PRODUTOS	INDICADORES	PRAZOS	ÁREA TEMÁTICA
Bolsas + infraestrutura + equipamento + material de consumo	Coleções biológicas funcionais e aptas para o registro do material biológico coletado no Estado	Taxa anual de incremento do acervo (fórmula a ser elaborada)	Curto/médio	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética
Serviços especializados + equipamento + treinamentos + bolsas	Banco de dados contendo o acervo da instituição	Número de registros disponibilizados anualmente na rede	Médio	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética
Equipamento + diárias + material de consumo + bolsas + publicações	Publicação de estudos desenvolvidos com essas espécies	Programas de conservação e manejo implantados; número de espécies estudadas	Curto/médio/ longo	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
<p>Conhecimento da diversidade genética das espécies para implantação de programas de conservação, manejo e uso sustentável</p>	<p>Promover a conservação, o uso e a repartição dos benefícios da biodiversidade; integrar o conhecimento científico sobre a biota do Estado de Minas Gerais</p>	<p>Listas de espécies do Estado de MG; política de incentivo ao conhecimento da biodiversidade nas UC's localizadas no Estado; existência de profissionais com competência científica nas diversas áreas do conhecimento da biota</p>	<p>Financiamento de projetos de pesquisa multidisciplinares</p>
<p>Promover o uso sustentável de espécies nativas de Minas Gerais</p>	<p>Conservação da biodiversidade relacionada às espécies de interesse econômico do Estado de Minas Gerais</p>	<p>Existência de lista de espécies de uso atual e potencial em Minas Gerais</p>	<p>Incentivo a pesquisas com espécies nativas de Minas Gerais de uso atual ou potencial</p>
<p>Criação de um Centro de Referência de Dados do Biota Minas</p>	<p>Tornar os estudos de biodiversidade e acervos acessíveis em rede (internet) para a sociedade</p>	<p>Instituição com profissionais capacitados e estrutura computacional capaz de gerenciar e armazenar a informação sobre biodiversidade de Minas Gerais</p>	<p>Desenvolvimento de ferramentas e mecanismos para a reunião e a distribuição dos dados; parcerias/ intercâmbios com instituições que possuam expertise relacionada que possa ser compartilhada</p>

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>	<b>ÁREA TEMÁTICA</b>
Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + viagens + bolsas + publicações + serviços	Indicações de manejo; publicações; inventários; patentes; produtos e processos comerciais	Número de espécies beneficiadas e de programas implementados; instrumentos legais criados para a promover a conservação e o uso das espécies	Médio/longo	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética
Pessoal + equipamento + diárias, bolsas de estudo, publicações	Planos de manejo das espécies, publicações	Patentes solicitadas; cadeias produtivas organizadas; políticas de incentivo econômico criadas; processos de certificação dos produtos originados da exploração das espécies	Médio/longo	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética
Equipamento + diárias + serviços	Bancos de dados contendo os acervos das instituições e o conhecimento sobre a biodiversidade de Minas Gerais	Existência de uma rede interligada e funcional; número de consultas aos bancos de dados disponibilizados na rede	Permanente	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
<p>Divulgação do conhecimento sobre a diversidade genética, microbiana e das espécies de potencial econômico do Estado de Minas Gerais</p>	<p>Tornar a biodiversidade de Minas Gerais conhecida pela população leiga e acadêmica</p>	<p>Informação sobre biodiversidade ordenada e disponível para publicação</p>	<p>Financiamento de publicações padronizadas acerca da biodiversidade de Minas Gerais</p>
<p>Criação do Centro de Recursos Genéticos de Componentes da Biodiversidade de MG - GENBiota-MG</p>	<p>Armazenar e disponibilizar para a comunidade científica e empresas, extratos de amostras da biodiversidade mineira para pesquisa e/ou desenvolvimento de novos produtos e insumos ; promover a agregação de valor científico e biotecnológico à biodiversidade.</p>	<p>Enorme potencial biotecnológico dos componentes da biodiversidade mineira; interesse da comunidade científica e das empresas de biotecnologia no acesso aos componentes da biodiversidade; existência de uma política estadual que normatize o acesso aos recursos</p>	<p>Integração das coletas para fins biológicos/taxonômicos, fornecendo infraestrutura e apoio logístico para a coleta em paralelo, visando o preparo de material biológico e depósito no GENBiota-MG Integração com os bancos de dados do BIOTA-MG; Construção/a</p>

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>	<b>ÁREA TEMÁTICA</b>
Pessoal + equipamento + serviços	Publicação de livros, revistas, boletins e outros meios impressos e eletrônicos abordando a biodiversidade de Minas Gerais	Número de publicações disponibilizadas	Médio/longo	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética
Instalações (construção ou adaptação) + pessoal + equipamento + material de consumo + acesso aos bancos de dados + viagens + bolsas + serviços	Material biológico acessível através de contratos apropriados; registro, proteção e disponibilização dos dados gerados; mapeamento do potencial biotecnológico da biodiversidade mineira	Número de amostras biológicas depositadas; número de amostras biológicas acessadas; número de patentes solicitadas; número de publicações	permanente	Diversidade Microbiana, Biotecnologia, Diversidade Genética

## Metas Específicas para o Programa Biota Minas - Grupo Temático: Organismos Aquáticos

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
Implementação de coleções biológicas (bactérias, fungos, algas, esponjas, zooplâncton) para o Estado de Minas Gerais	Construir e disponibilizar acervos para o Estado de Minas Gerais	Não há coleções registradas no Estado	Recursos para instalações, aquisição de materiais e equipamentos; contratação de pessoa para manutenção dos acervos
Promoção do conhecimento científico sobre as áreas/ ecossistemas prioritários (bacias hidrográficas, rios, lagos, veredas, reservatórios) para investigação científica	Ampliar o conhecimento acerca das áreas e espécies, de forma a poder intervir efetivamente em sua conservação	Não há registros suficientes no Estado	Estudos direcionados ao entendimento da dinâmica do sistema e das espécies; parceria com instituições com programas de fomento
Implementação de um programa de diagnóstico, avaliação e controle de espécies invasoras	Ampliar o conhecimento sobre as invasões biológicas e seus mecanismos de controle	Invasões biológicas constituem a 2ª causa de extinções; invasões biológicas vêm se intensificando; mecanismos de controle das invasões são pouco conhecidos	Estudos direcionados; parcerias com instituições com programas de controle

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>
Infraestrutura + equipamentos + material de consumo + bolsas	Coleções biológicas funcionais e aptas para o registro do material biológico coletado no Estado.	Número de coleções implantadas no Estado	Medio / longo
Equipamento + diárias + material de consumo + bolsas + publicações	Publicação de estudos desenvolvidos com essas espécies	Programas de conservação e manejo implantados; Número de espécies estudadas	Curto/médio
Infraestrutura + diárias + equipamentos + material de consumo + bolsas	Conhecimento das espécies invasoras no Estado; identificação das fronteiras de invasão; proposição de mecanismos/ações de controle	Número de espécies identificadas; número de fronteiras de invasão identificadas	Curto/medio

## Metas Específicas para o Programa Biota Minas - Grupo Temático: Invertebrados

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
Promover o conhecimento sobre a biota de invertebrados do Estado de Minas Gerais	Conhecer a biodiversidade de invertebrados em áreas com pouca/nenhuma informação reconhecida oficialmente; fornecer subsídios para as políticas de conservação estaduais	Existência de profissionais com competência científica na área do conhecimento específico	Incentivo e financiamento a projetos de pesquisa, especialmente inventários e estudos taxonômicos
Elaboração de listas ( <i>checklist</i> ) de espécies de grupos de invertebrados do Estado de Minas Gerais	Tornar disponíveis listagens da biodiversidade de invertebrados de Minas Gerais	Dados disponíveis para compilação	Compilação de dados da literatura, bancos de dados e/ou coleções sobre as espécies (formalmente descritas) com ocorrência no Estado de MG
Formação e fixação de novos taxonomistas no Estado de Minas	Formar e manter profissionais aptos a trabalhar com taxonomia dos grupos de invertebrados que ocorrem em MG	Existência de cursos orientados e estruturados para a formação de taxonomistas e sistematas	Disponibilização de bolsas de iniciação científica e pós-graduação (mestrado e doutorado) para instituições que incluam no currículo a formação de taxonomistas; Bolsas de pós-doutorado para atração e fixação de taxonomistas em instituições no Estado



&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>
Pessoal + equipamento + material de consumo + acessos diversos aos dados + viagens+ bolsas + publicações (aquisição e custos de publicação) + serviços + veículos e combustível (são essenciais)	Publicações em meios diversos	Número de inventários realizados, no. de publicações, no. espécies descritas, no. de novos registros, no. espécimes depositados em coleções	Médio/longo
Pessoal + equipamento + material de consumo + acessos diversos aos dados + viagens + diárias+ bolsas de estudo+ publicações	Publicações de <i>checklists</i> para grupos de invertebrados de Minas Gerais (regionais, por grupos ou para o Estado como um todo)	Número de checklists publicados anualmente	Curto/médio
Equipamento + material de consumo + acessos diversos aos dados + viagens+ bolsas + publicações + serviços + veículos e combustível (são essenciais)	Taxonomistas/ Sistematas formados e estabelecidos em instituições do Estado de Minas Gerais	Número de sistematas com nível de pós-graduação formados no Estado de Minas Gerais; Número de revisões / descrições elaboradas por bolsista em instituições que receberem financiamento na forma de bolsas de iniciação e pós-graduação	Longo

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

<b>METAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>PRESSUPOSTOS</b>	<b>MEIOS</b>
Formação e fixação de técnicos de apoio à coleta e à curadoria de coleções no Estado de Minas	Formar e manter profissionais aptos a realizar coleta e preparação de material zoológico e apoiar a curadoria de coleções de invertebrados em MG	Existência de pesquisadores capacitados a formar tais técnicos	Apoio a cursos de extensão e programas de treinamento; concessão de bolsas de apoio técnico e DTI para coletores e auxiliares de curadoria
Fortalecimento e incentivo à criação de coleções de invertebrados no Estado de Minas Gerais	Tornar as coleções mineiras de invertebrados adequadas para o recebimento e manutenção dos espécimes coletados no Estado; aumentar o número de coleções em Minas	Existência de coleções biológicas em Minas Gerais; existência de pessoal capacitado a criar e manter novas coleções	Recursos para adequação/ ampliação das instalações; apoio à informatização de acervos; aquisição de material e contratação de pessoal para manutenção dos acervos
Promoção do conhecimento científico sobre as áreas prioritárias para investigação científica indicadas no “Atlas de Áreas Prioritárias de Minas Gerais”, unidades de conservação e ambientes especiais	Conhecer a biodiversidade em áreas com pouca/nenhuma informação e unidades de conservação; fornecer subsídios para as políticas de conservação estaduais	Áreas prioritárias para investigação científica/ ambientes especiais indicados no Estado	Realização de inventários

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>
Bolsas + infraestrutura + equipamento + material de consumo	Técnicos formados; bolsas concedidas;	Número de técnicos formados; número de exemplares depositados em coleções	Médio/longo
Bolsas + infraestrutura + equipamento + material de consumo	Coleções biológicas funcionais e aptas para o registro do material biológico coletado no Estado	Número de lotes/espécimes e espécies depositados; número de novas coleções no Estado; número de espécimes/lotos informatizados	Curto/médio/longo
Equipamento + diárias + veículos + combustível + viagens + bolsas + material de consumo	Inventários para as diferentes áreas indicadas no “Atlas de Áreas Prioritárias de Minas Gerais”, unidades de conservação e ambientes especiais	Número de áreas prioritárias/ unidades de conservação/ ambientes especiais inventariados	Curto/médio

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
<p>Promover o conhecimento científico das espécies ameaçadas e deficientes em dados segundo a lista vermelha oficial de fauna do Estado</p>	<p>Ampliar o conhecimento acerca das espécies ameaçadas e deficientes em dados oferecendo subsídios para ações de conservação</p>	<p>Listas de espécies ameaçadas e deficientes em dados no Estado</p>	<p>Estudos direcionados ao entendimento da dinâmica biológica e populacional dessas espécies; parceria com instituições que possuem programas já estabelecidos de fomento voltado às espécies ameaçadas</p>
<p>Elaboração de programas para a conservação e o manejo das espécies de invertebrados ameaçadas, quase ameaçadas e de uso econômico, <i>in situ</i> e <i>ex situ</i></p>	<p>Promover a conservação, o uso e a repartição dos benefícios da biodiversidade</p>	<p>Listas de espécies ameaçadas, quase ameaçadas e de uso econômico no Estado</p>	<p>Realizar parcerias com a SEMAD, empresas privadas, ONGs conservacionistas, universidades, centros de pesquisas e outros.</p>

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>
Equipamento + diárias + material de consumo + bolsas + publicações	Publicação de estudos desenvolvidos com essas espécies	Programas de conservação e manejo implantados; número de espécies estudadas	Curto/médio
Pessoal + equipamento + material de consumo + acessos diversos aos dados + viagens+ bolsas + publicações + serviços	Protocolos de manejo; publicações	Número de espécies beneficiadas e de programas implementados; instrumentos legais criados para a promover a conservação e o uso das espécies	Médio/longo

## Metas para o Grupo de Vertebrados para o Programa Biota Minas

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
Complementação e/ou elaboração de listas ( <i>checklist</i> ) das espécies de Vertebrados do Estado de Minas Gerais	Tornar disponível listagens/catálogos sobre a diversidade de Vertebrados de Minas Gerais	Dados existentes e disponíveis para compilação	Compilação de dados da literatura e bancos de dados disponíveis das espécies (formalmente descritas) com ocorrência no Estado de MG
Fortalecimento das coleções de Vertebrados existentes no Estado de Minas Gerais	Tornar as coleções de Vertebrados existentes no Estado de Minas Gerais adequadas para o recebimento e manutenção dos espécimes e tecidos, principalmente com relação ao espaço físico; viabilizar contratação de pessoal qualificado	Existência de coleções de Vertebrados em Minas Gerais	Recursos para adequação/ampliação das instalações; aquisição de material; viabilizar a contratação de pessoal para manutenção e organização dos acervos
Promoção do conhecimento científico sobre as áreas prioritárias para investigação científica em Vertebrados, indicadas no “Atlas de Áreas Prioritárias de Minas Gerais”	Conhecer a diversidade de Vertebrados em áreas com pouca/nenhuma informação reconhecida oficialmente; fornecer subsídios para as políticas estaduais de conservação	Áreas prioritárias para investigação científica indicadas no Estado	Realização de inventários

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>
Pessoal + equipamento + material de consumo + acessos diversos aos dados + diárias + bolsas de estudo + publicações	Publicações de <i>checklists</i> (revistas especializadas ou catálogos específicos) para os diferentes grupos que compõem a diversidade de Vertebrados de Minas Gerais (regionais, por grupos ou para o Estado como um todo)	Número de publicações disponibilizadas	Curto/médio
Bolsas + infraestrutura + equipamento + material de consumo	Coleções de Vertebrados funcionais e aptas para o registro do material biológico mantido no Estado	Incremento do acervo e número de publicações que utilizaram o acervo das coleções de Vertebrados	Contínuo
Equipamento + diárias + bolsas + publicações + material de consumo	Inventários de Vertebrados nas diferentes áreas indicadas no "Atlas de Áreas Prioritárias de Minas Gerais"	Número de áreas e inventários de Vertebrados realizados	Curto/médio

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS	MEIOS
<p>Formação e/ou fixação de novos sistematas e taxonomistas no Estado de Minas Gerais/recursos humanos em áreas estratégicas para pesquisas em conservação e uso da biodiversidade</p>	<p>Formar e manter profissionais aptos a trabalhar com taxonomia e sistemática de Vertebrados que ocorrem em Minas Gerais</p>	<p>Existência de cursos orientados e estruturados para a formação de taxonomistas e sistematas</p>	<p>Disponibilização de bolsas de pós-graduação (mestrado e doutorado) para instituições que incluam no currículo a formação de taxonomistas; bolsas de pós-doutorado para atração e fixação de taxonomistas em instituições no Estado de Minas Gerais</p>
<p>Promover o conhecimento científico das espécies ameaçadas de Vertebrados, segundo a lista vermelha oficial do Estado</p>	<p>Ampliar o conhecimento acerca das espécies de Vertebrados ameaçadas, de forma a intervir efetivamente em sua conservação</p>	<p>Listas de espécies de Vertebrados ameaçadas no Estado</p>	<p>Estudos direcionados a ecologia, história natural e distribuição geográfica das espécies de Vertebrados ameaçadas (monitoramento); parceria com instituições com programas já estabelecidos de fomento voltado às espécies ameaçadas</p>
<p>Ampliar o conhecimento sobre espécies de Vertebrados listadas como “Deficientes em Dados” (DD), segundo a lista vermelha de Minas Gerais</p>	<p>Elucidar o status de conservação das espécies de Vertebrados DD; direcionar programas e políticas de conservação para essas espécies</p>	<p>Listas de espécies de Vertebrados DD do Estado</p>	<p>Estudos direcionados ao entendimento de ecologia, história natural e distribuição geográfica destas espécies</p>



&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>
Bolsas + equipamento + material de consumo + diárias	Taxonomistas/ Sistematas formados e fixados em instituições do Estado de Minas Gerais	Número de sistematas com nível de pós-graduação formados no Estado de Minas Gerais; Número de revisões/descrições elaboradas por bolsista em instituições que receberem financiamento na forma de bolsas de pós-graduação	Longo
Equipamento + diárias + material de consumo + bolsas + publicações	Publicação de estudos desenvolvidos com essas espécies	Programas de conservação e manejo propostos; número de espécies de Vertebrados ameaçados estudados	Curto/médio
Pessoal + equipamento + diárias + bolsas + publicações	Publicação de estudos desenvolvidos com essas espécies	Número de espécies indicadas como “DD” com status de conservação estabelecido	Médio/longo

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

<b>METAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>PRESSUPOSTOS</b>	<b>MEIOS</b>
Ampliar o conhecimento científico sobre as áreas prioritárias indicadas para Vertebrados no “Atlas de Áreas Prioritárias de Minas Gerais”	Monitorar a diversidade de Vertebrados nas áreas prioritárias	Áreas prioritárias para investigação científica indicadas no Estado; fornecer subsídios para implantação de políticas de conservação	Realização de monitoramentos
Promover o conhecimento científico sobre Vertebrados nas unidades de conservação sediadas no Estado de Minas Gerais	Conhecer a diversidade de Vertebrados em áreas protegidas	Política de incentivo ao conhecimento da diversidade de Vertebrados nas UCs localizadas no Estado	Elaboração de inventários e monitoramento; facilitação dos processos de licenciamento; infraestrutura e apoio logístico para realização dos trabalhos
Elaboração e implantação de programas para conservação e manejo das espécies de Vertebrados ameaçadas <i>in situ</i> e <i>ex situ</i>	Reduzir o <i>status</i> de ameaça das espécies de Vertebrados presentes na lista vermelha do Estado de Minas Gerais	Listas de espécies ameaçadas no Estado	Realizar parcerias com SEMAD, empresas privadas, ONGs conservacionistas, universidades, centros de pesquisas, zoológicos e outros
Integração em rede das coleções de Vertebrados, públicas e privadas, do Estado de Minas Gerais	Tornar disponível em rede (internet) os dados das coleções de Vertebrados sediadas em Minas Gerais	Existência de coleções de Vertebrados em Minas Gerais	Informatização dos acervos através de softwares adequados
Analisar a viabilidade do uso sustentável de espécies de peixes ( <i>in situ</i> e <i>ex situ</i> ) e de outros Vertebrados ( <i>ex situ</i> ) de Minas Gerais	Conservação da diversidade de Vertebrados relacionada às espécies de interesse econômico do Estado de Minas Gerais	Demanda por espécies de Vertebrados de potencial uso sustentável	Incentivo a pesquisas com espécies de Vertebrados nativas de Minas Gerais, com potencial de uso sustentável

&gt;&gt;&gt;

<b>CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)</b>	<b>PRODUTOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>PRAZOS</b>
Equipamento + diárias + bolsas + publicações + material de consumo	Publicação de estudos desenvolvidos nessas áreas	Número de áreas monitoradas; aumento do conhecimento sobre a biologia das espécies de Vertebrados nestas áreas	Contínuo
Equipamento + diárias + bolsas + publicações + material de consumo	Inventários e monitoramento de Vertebrados nas unidades de conservação	Número de Unidades de Conservação com a fauna de Vertebrados conhecida; número de publicações relacionadas a esses inventários	Médio/longo
Capacitação de pessoal + equipamento + material de consumo + diárias + bolsas + publicações + serviços	Plano de ação	Número de espécies de Vertebrados contempladas e com programas de conservação implementados; no caso de manejo <i>ex situ</i> , número de populações reprodutivas	Médio/longo
Serviços especializados + equipamento + treinamentos + bolsas	Banco de dados contendo o acervo da instituição	Número de registros disponibilizados anualmente na rede	Contínuo
Pessoal + equipamento + diárias + bolsas de estudo + publicações	Planos de manejo das espécies, publicações, listas de espécies de Vertebrados de potencial uso sustentável	Processos de certificação dos produtos originados da exploração das espécies de Vertebrados	Médio/longo

## Metas Específicas Para O Programa Biota Minas - Grupo Temático: Diversidade Vegetal

&gt;&gt;&gt;

METAS	OBJETIVOS	PRESSUPOSTOS
Elaboração de listas ( <i>checklist</i> ) das espécies de plantas do Estado de Minas Gerais	Tornar disponível listagens/ catálogos sobre a diversidade vegetal de Minas Gerais	Dados existentes e disponíveis para compilação
Fomento à formação de profissionais em taxonomia, sistemática e conservação da diversidade vegetal	Formar e manter profissionais aptos a trabalhar com grupos de plantas, especialmente aqueles com maior importância biológica no Estado	Existência de cursos orientados e estruturados para a formação de profissionais em taxonomia, sistemática e conservação
Fortalecimento e integração em rede das coleções botânicas existentes no Estado de Minas Gerais	Tornar as coleções adequadas para recebimento e manutenção do material botânico; tornar disponível em rede (internet) os dados das coleções botânicas	Existência de coleções botânicas em Minas Gerais

&gt;&gt;&gt;

MEIOS	CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)	PRODUTOS	INDICADORES	PRAZOS
Compilação de dados da literatura e bancos de dados disponíveis das espécies (formalmente descritas) com ocorrência no Estado de MG	Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + diárias+ bolsas de estudo+ publicações	Publicação do <i>checklist</i> da diversidade vegetal de Minas Gerais	Número de grupos taxômicos listados	Curto (1 a 2 anos)
Bolsas (IC, AT, mestrado, doutorado, pós-doutorado e professor visitante) para instituições que formam profissionais em taxonomia, sistemática e conservação de plantas	Bolsas + taxa de bancada	Profissionais em taxonomia, sistemática e conservação de plantas formados ou em atividade em instituições no Estado de Minas Gerais	Número de profissionais em taxonomia, sistemática e conservação de plantas formados no Estado de Minas Gerais; número de revisões / descrições elaboradas por bolsista em instituições que receberem financiamento na forma de bolsas	Longo
Recursos para adequação/ampliação das instalações; aquisição de material e contratação de pessoal para manutenção dos acervos; informatização dos acervos através de softwares adequados	Infraestrutura + equipamento + material de consumo + bolsas	Coleções botânicas funcionais e aptas para o registro do material coletado no Estado; banco de dados contendo o acervo da instituição	Taxa anual de incremento do acervo (fórmula a ser elaborada); número de registros disponibilizados anualmente na rede	Curto/ médio

continua &gt;

continuação

&gt;&gt;&gt;

<b>METAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>PRESSUPOSTOS</b>
Fomento à realização de inventários florísticos nas Unidades de Conservação e nas áreas prioritárias para conservação da flora indicadas no “Atlas de Áreas Prioritárias de MG”	Conhecer a diversidade vegetal em áreas com pouca/nenhuma informação científica; fornecer subsídios para as políticas de conservação estaduais	Existência de áreas que representam lacunas de informação sobre a diversidade vegetal no Estado
Elaboração de listas de plantas nativas de interesse econômico e biotecnológico para o Estado de Minas Gerais	Tornar disponível listagens/catálogos de espécies de uso potencial/estratégico	Dados existentes e disponíveis para compilação; existência de profissionais com competência científica na área do conhecimento específico
Implementação da Flora de Minas Gerais	Realizar o tratamento taxonômico dos grupos ocorrentes em Minas Gerais	Existência de profissionais com competência científica na área do conhecimento específico em Minas Gerais e no Brasil; existência de acervos representativos da flora mineira
Divulgação do conhecimento sobre a diversidade vegetal do Estado de Minas Gerais	Tornar a diversidade vegetal de Minas Gerais conhecida pela população leiga e do sistema de educação básica	Informação sobre diversidade vegetal de Minas Gerais

&gt;&gt;&gt;

MEIOS	CUSTOS A SEREM COBERTOS (NOMENCLATURA FAPEMIG)	PRODUTOS	INDICADORES	PRAZOS
Incentivo e financiamento a projetos de inventários	Pessoal + equipamento + material de consumo + viagens+ bolsas + publicações + serviços	Inventários científicos, publicações,	Número de inventários realizados, no. de artigos publicados, no. espécies descritas	Médio
Compilação de dados da literatura e bancos de dados disponíveis das espécies (formalmente descritas) com ocorrência no Estado de MG; consulta à comunidade científica	Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + diárias+ bolsas de estudo+ publicações	Listagem das plantas nativas de interesse econômico e biotecnológico para o Estado de Minas Gerais	Número de grupos taxômicos listados	Médio
Incentivo e financiamento a projetos de pesquisa; financiamento de publicações padronizadas acerca da biodiversidade de Minas Gerais; repatriamento de informações nos acervos fora de Minas Gerais	Pessoal + equipamento + material de consumo + acesso diverso aos dados + viagens+ bolsas + publicações + serviços	Monografias dos grupos taxonômicos	Número de monografias concluídas	Médio/ longo
Financiamento de meios de difusão acerca da diversidade vegetal de Minas Gerais	Pessoal + equipamento + serviços	Publicação de livros, revistas, boletins e outros meios impressos e eletrônicos abordando a biodiversidade de Minas Gerais	Número de eventos implementados	Médio/ longo





## Síntese - Estruturação

O Programa Biota Minas deve ser estruturado de modo a atender ao seu principal objetivo que é a geração e a disseminação de conhecimentos aplicados à conservação e ao uso sustentável da biodiversidade do Estado de Minas Gerais.

Para atingir este objetivo, é de fundamental importância o fortalecimento de grupos de pesquisa, o direcionamento das linhas de pesquisas e a canalização de recursos financeiros para áreas temáticas chaves da biodiversidade do Estado de Minas Gerais.

A relação dos objetivos específicos, meios e produtos, de acordo com as indicações da totalidade dos diagnósticos realizados para a estruturação do Biota, é apresentada a seguir e tem como proposta indicar as linhas mestres de atuação no Programa.

### Objetivos Específicos:

- Conhecer a biodiversidade do Estado de Minas Gerais e divulgar amplamente este conhecimento e sua importância.
- Gerar conhecimento para a identificação e o monitoramento de áreas e componentes prioritários para a conservação da biodiversidade, *in-situ e ex-situ*.
- Compreender os processos geradores, mantenedores e impactantes da biodiversidade.
- Fornecer subsídios às organizações públicas e privadas para gerenciar, monitorar e utilizar a biodiversidade.
- Gerar conhecimento para a restauração de ambientes degradados e para a recuperação de espécies ameaçadas de extinção.
- Fornecer informações para o planejamento e a avaliação da efetividade do esforço de conservação no Estado.
- Ampliar a gama de produtos e serviços biotecnológicos do Estado.
- Identificar e mapear os recursos biológicos com potencial de uso econômico.
- Gerar dados, modelos e técnicas para a utilização sustentável dos recursos biológicos do Estado, incluindo a capacitação de comunidades e a organização de cadeias produtivas.

- Fornecer diretrizes para o aperfeiçoamento das políticas públicas de forma a contribuir para a implementação da Convenção sobre a Diversidade Biológica.

## Investimentos Prioritários

- Consolidação da infraestrutura de coleções e acervos em museus, herbários, jardins botânicos, zoológicos, bancos de germoplasma etc., equiparando-os a padrões internacionais quanto a tamanho de acervo; qualidade da manutenção e organização; informatização; curadoria; divulgação e produção de publicações.
- Informatização de todos os acervos e coleções científicas do Estado.
- Promover a cooperação técnico-científica.
- Estabelecimento de uma rede de informação em biodiversidade conectando todas as instituições envolvidas com a pesquisa e conservação de biodiversidade no Estado.
- Adequação e disponibilização de bases cartográficas e imagens para subsidiar pesquisas em biodiversidade.
- Consolidação da infraestrutura e serviços de apoio para pesquisa das Unidades de Conservação.
- Dotar as Unidades de Conservação do Estado do conhecimento sobre a biodiversidade, necessário para seu manejo adequado.
- Produção e divulgação de *check-lists* de toda a biota conhecida do Estado.
- Produção de chaves de identificação, catálogos e monografias de revisão, e sua publicação impressa e/ou em meio eletrônico para todos os grupos taxonômicos onde for possível aplicar estas ferramentas.
- Avaliação da representatividade das Unidades de Conservação existentes no Estado e identificação de áreas prioritárias para a ampliação ou o estabelecimento de novas Unidades de Conservação.
- Desenvolvimento de inventários e estudos para preencher lacunas de conhecimento, taxonômicas e geográficas, sobre a diversidade biológica do Estado.
- Desenvolvimento de projetos de pesquisa para o entendimento da organização espacial e temporal da diversidade biológica, e dos processos que afetam sua manutenção.
- Desenvolvimento de estudos comparativos e retrospectivos para estimar perdas de biodiversidade no Estado, tanto de espécies como de habitats e ecossistemas.

- Desenvolvimento de projetos especiais sobre problemas ostensivos que afetam a conservação da biodiversidade no Estado, tais como os efeitos e consequências da fragmentação ambiental sobre a biodiversidade, das mudanças climáticas e da introdução de espécies exóticas invasoras.
- Desenvolvimento de projetos pilotos de bioprospecção, interfaceando com outros programas com interesses semelhantes ou correlatos.
- Aumento do número de taxonomistas no Estado de acordo com a extensão da biota de MG e com a crescente demanda de serviços.
- Formação de recursos humanos - níveis médio, técnico e superior - em áreas básicas para subsidiar o estudo da biodiversidade.
- Incentivo ao desenvolvimento de profissionais em novas áreas de conhecimento ou em novas interfaces, tais como bioinformática ou como a aplicação de sistemas geográficos de informação à biologia.
- Aumento do número e adequação da duração de bolsas de apoio técnico.
- Aumento do contingente de profissionais contratados em todos os níveis nas entidades de pesquisa e ensino e em Unidades de Conservação.
- Produção de materiais de divulgação e apoio ao ensino, tais como guias de campo e guias de identificação.
- Firmar acordos e compromissos institucionais que garantam o engajamento e a continuidade de projetos de pesquisa, organização e manutenção de acervos.

## Perspectivas

O Biota Minas deve ser entendido como um programa de longo prazo com legitimidade para preencher as lacunas do conhecimento sobre a biodiversidade, orientar e fomentar a produção científica. Deve basear-se no diagnóstico gerado pela SECTES, em parceria com a comunidade científica, constituindo uma estratégia para a conservação e o planejamento ambiental em Minas Gerais.

Com orçamento próprio, o Biota Minas deve ter autonomia administrativa e ter corpo técnico executivo, consultivo e deliberativo para as tomadas de decisão. E, ainda, deve aproveitar-se das competências estabelecidas e reconhecidas no Estado para respaldar e otimizar sua implantação.



# Colaboradores

## Lista 1

Pesquisadores cadastrados na Consulta Ampla que contribuíram com informações para o banco de dados para a complementação do diagnóstico para a estruturação do Biota Minas.

## Lista 2

Pesquisadores cadastrados na Consulta Ampla que preencheram somente o item “informações pessoais” do banco de dados do Biota Minas. Estas informações foram utilizadas para mapeamento da capacidade técnica de Minas Gerais, apresentada nas análises – temáticas/geral – do banco de dados deste diagnóstico.

## Lista 1

Adalberto José dos Santos	Universidade Federal de Minas Gerais
Adlane Vilas Boas	Universidade Federal de Minas Gerais
Adolfo Ricardo Calor	Universidade de São Paulo
Adriana Oliveira Medeiros	Universidade Federal de Minas Gerais
Adriano Garcia Chiarello	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Adriano Paglia	Conservação Internacional do Brasil
Alan Loures-Ribeiro	Centro Universitário do Leste de Minas Gerais
Albina Carvalho de Oliveira Nogueira	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Alda Lima Falcão	Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz
Alexandre Clistenes de Alcântara Santos	Universidade Estadual de Feira de Santana
Alexandre Lima Godinho	Universidade Federal de Minas Gerais
Alexandre Salino	Universidade Federal de Minas Gerais
Alexsander Araújo Azevedo	Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre
Alfredo Hannemann Wieloch	Universidade Federal de Minas Gerais
Alice Fumi Kumagai	Universidade Federal de Minas Gerais
Aline Amorim de Andrade Ramalho	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Alysson Leandro Ribeiro Rattes	Centro Universitário de Itajubá
Arnauri Cesar Marcato	Universidade de São Paulo
Ana Carolina Calijorne Lourenço	Museu Nacional / UFRJ
Ana Carolina de Oliveira Neves	Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre
Ana Loureiro Cheib	Universidade Federal de Minas Gerais
Ana Paula Santos Goncalves	Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná
Anderson Medeiros dos Santos	Universidade Estadual de Montes Claros
André Lincoln Barroso de Magalhães	Centro Universitário UNA
André Pol	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Andre Rinaldo Senna Garraffoni	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
André Roberto Melo Silva	Centro Universitário UNA
Andréa A. A. Brandão	Prefeitura Municipal de Alfenas
Andréa Maria Amaral Nascimento	Universidade Federal de Minas Gerais
Andréa Onofre de Araujo	Universidade de São Paulo
Andréa Pereira Luiz Ponzio	Universidade Federal de Juiz de Fora
Andreia Fonseca Silva	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Angelo Barbosa Monteiro Machado	Universidade Federal de Minas Gerais
Angelo Pallini	Universidade Federal de Viçosa
Antônio Cláudio Ferreira da Costa	Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

Antônio Domingos Brescovit	Instituto Butantan
Antônio Fernando Caetano Tombolato	Instituto Agrônômico
Ariovaldo Antonio Giaretta	Universidade Federal de Uberlândia
Aristéa Alves Azevedo	Universidade Federal de Viçosa
Aristônio Magalhães Teles	Universidade Federal de Minas Gerais
Ary Corrêa Junior	Universidade Federal de Minas Gerais
Bárbara Maria de Andrade Costa	Universidade Federal do Espírito Santo
Bernadete Maria de Sousa	Universidade Federal de Juiz de Fora
Bernardo Dourado Ranieri	Universidade Federal de Minas Gerais
Braz Antonio Pereira Cosenza	Universidade do Estado de Minas Gerais
Breno Perillo Nogueira	Sete Soluções Ambientais
Bruno Pereira Maia	Centro Universitário UNA
Bruno Vergueiro Silva Pimenta	Universidade Federal de Minas Gerais
Bruno Vilaça Campos Gomes	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e Universidade Federal de Minas Gerais
Carlos Augusto Rosa	Universidade Federal de Minas Gerais
Carlos Bernardo Mascarenhas Alves	Projeto Manuelzão
Carlos Eduardo Alencar Carvalho	SOS Falconiformes e Biocev Meio Ambiente
Carlos Eduardo Corsato	Universidade Estadual de Montes Claros
Carlos Frederico Duarte da Rocha	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Carlos José Einicker Lamas	Universidade de São Paulo
Carlos Leomar Zani	Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz
Carlos Ribeiro Vilela	Universidade de São Paulo
Carlos Rodrigo Meirelles Abreu	Museu Nacional / UFRJ
Carolina Carvalho Cheida	Universidade Federal de Minas Gerais
Carolina Ferreira Cardoso	Universidade Federal de Minas Gerais
Cássio Soares Martins	Fundação Biodiversitas
Cássio Van Den Berg	Universidade Estadual de Feira de Santana
Cecília Gontijo Leal	Universidade Federal de Minas Gerais
Cecília Volkmer Ribeiro	Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul
Cesar Felipe de Souza Palmuti	Universidade Federal de Minas Gerais
Charles Gladstone Duca Soares	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Christiane Contigli	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Claudio Gilberto Froehlich	Universidade de São Paulo
Cleide Costa	Museu de Zoologia / USP
Cleusa Graça da Fonseca	Universidade Federal de Minas Gerais
Cristiane Lafeté Furtado de Mendonça	Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz

Cristiane Machado de López	Pesquisadora Autônoma
Cristiano Lopes Andrade	Universidade Federal de Viçosa
Cristiano Nogueira	Conservação Internacional do Brasil
Cristina Yumi Miyaki	Universidade de São Paulo
Dália Rizel Nogueira	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Daniel Brito	Conservação Internacional do Brasil
Daniela Rodrigues Lacerda	Universidade Federal de Minas Gerais
Dante R. C. Buzzetti	Centro de Estudos Ornitológicos de São Paulo
Délio Pontes Baêta da Costa	Museu Nacional / UFRJ
Dorila Piló Veloso	Universidade Federal de Minas Gerais
Dulcinéia de Carvalho	Universidade Federal de Lavras
Edeltrudes Maria Valadares Calaça Camara	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Edmar Chartone de Souza	Universidade Federal de Minas Gerais
Edsel Amorim Moraes Junior	Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre
Eduardo Leite Borba	Universidade Federal de Minas Gerais
Eduardo Luís Martins Catharino	Instituto de Botânica de São Paulo
Eduardo Van Den Berg	Universidade Federal de Lavras
Elias Silva	Universidade Federal de Viçosa
Elivan Arantes de Souza	Centro Nacional de Pesquisas para Conservação das Aves Silvestres e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
Elton Martinez Carvalho Leme	Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro, Herbarium Bradeanum
Élvio Carlos Moreira	Universidade Federal de Minas Gerais
Eneida Maria Eskinazi Sant Anna	Universidade Federal de Ouro Preto
Érika Martins Braga	Universidade Federal de Minas Gerais
Evandro Gama de Oliveira	Centro Universitário UNA
Fabiana de Oliveira Gama	Centro Tecnológico de Minas Gerais
Fabiane Nepomuceno Costa	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Fabiano Rodrigues de Melo	Universidade Federal de Goiás
Fabio Augusto Vitta	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Fábio Vieira	Fundação Biodiversitas
Fabício R. Santos	Universidade Federal de Minas Gerais
Fabício Rodrigues dos Santos	Universidade Federal de Minas Gerais
Fátima Maria de Souza Moreira	Universidade Federal de Lavras
Fátima Regina Gonçalves Salimena	Universidade Federal de Juiz de Fora
Felipe Sá Fortes Leite	Universidade Federal de Minas Gerais e Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Fernando Alves de Oliveira	Universidade Federal de Minas Gerais e Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais



Fernando Alves Ferreira	Universidade Estadual de Maringá
Fernando Amaral da Silveira	Universidade Federal de Minas Gerais
Fernando Antônio Friero-Costa	Centro Universitário de Lavras
Fernando Antonio Madeira	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Fernando Augusto de Oliveira e Silveira	Centro Universitário UNA
Fernando Costa Straube	Sociedade Fritz Müller de Ciências Naturais
Fernando Marino Gomes dos Santos	Universidade Federal de Minas Gerais
Fernando Zagury Vaz de Mello	Universidade Federal do Mato Grosso
Flávia Cristina Pinto Garcia	Universidade Federal de Viçosa
Flávia Elizabeth de Castro Viana	Universidade Federal de Minas Gerais
Flávia Santos Faria	Museu de História Natural e Jardim Botânico / UFMG
Flávio César Thadeo de Lima	Museu de Zoologia / USP
Flávio Henrique Guimarães Rodrigues	Universidade Federal de Minas Gerais
Francisco Ricardo Ferreira	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Frederico de Siqueira Neves	Universidade Estadual de Montes Claros
Frederico Innecco Garcia	Pesquisador Autônomo
Gabriel de Menezes Yazbeck	Universidade Federal de Ouro Preto
Gilberto Nepomuceno Salvador	Pesquisador Autônomo
Gilson Alexandre de Castro	Universidade Federal de Juiz de Fora
Gisele Lessa	Universidade Federal de Viçosa
Gisele Luziane de Almeida	Museu Nacional / UFRJ
Giselle Agostini Cotta	Fundação Ezequiel Dias
Giuliano Buzá Jacobucci	Universidade Federal de Uberlândia
Gláucia Moreira Drummond	Fundação Biodiversitas
Grácia Divina de Fátima Silva	Universidade Federal de Minas Gerais
Guilherme Braga Ferreira	Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre
Gustavo Bernardino Malacco da Silva	Associação para Gestão Socioambiental do Triângulo Mineiro e Delta Consultoria Ambiental
Gustavo Martinelli	Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Gustavo Pedersoli	Limiar Engenharia Ltda
Gustavo Sebastião Cabanne	Universidade de São Paulo
Hélen Regina Mota	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Helena Lúcia Menezes Ferreira	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Helio Ricardo da Silva	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Henrique Belfort Gomes	Pesquisador Autônomo
Henrique Paprocki	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Iara Alves Novelli	Centro Universitário de Lavras
Inês Helena Tristão de Oliveira	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

Inês Ribeiro de Andrade	Jardim Botânico da Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Iracema Helena Schoenlein-Crusius	Instituto de Botânica
Isabela de Macedo Gomes Dias	American Museum of Natural History, NY
Ivan Schiavini	Universidade Federal de Uberlândia
Ivana Reis Lamas	Conservação Internacional do Brasil
Ivo de Sena Oliveira	Universidade Federal de Minas Gerais
Izabela Menezes Barata	Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre
Jacqueline Aparecida Takahashi	Universidade Federal de Minas Gerais
João Pedro Correa Gomes	Pesquisador Autônomo
João Renato Stehmann	Universidade Federal de Minas Gerais
Jocelia Grazia	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Jordana Demicheli Ferreira	Universidade Federal de Minas Gerais
Jorge Antonio Silva Costa	Universidade Federal da Bahia
José Carlos de Oliveira	Universidade Federal de Juiz de Fora
José Carmine Dianese	Universidade de Brasília
José Dilermando Andrade Filho	Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz
José Fernandes Bezerra Neto	Universidade Federal de Minas Gerais
José Ricardo M Mermudes	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Julian Faivovich	Universidade Estadual Paulista
Juliana Ordones Rego	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Julie Henriette Antoinette Dutilh	Universidade Estadual de Campinas
Júlio Antonio Lombardi	Universidade Estadual Paulista
Júlio Cesar de Moura Leite	Museu de História Natural de Curitiba e Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Karina Cristiane Alves	Centro Tecnológico de Minas Gerais
Karina Schmidt Furieri	Universidade Federal de Viçosa
Keller Guilherme Guimarães	Universidade Presidente Antônio Carlos
Klinger Vieira Senra	Fundação Educacional de Além Paraíba
Larissa Veloso Paula	Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
Laura Braga de Oliveira	Universidade de Brasília
Laura Teodoro	Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
Leandro Gonçalves Oliveira	Universidade Federal de Goiás
Leonardo Esteves Lopes	Universidade Federal de Minas Gerais
Leonardo Gomes Vieira	Universidade Federal do Espírito Santo
Leonardo Guimarães Lessa	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi	Universidade Federal de Lavras
Leticia Anselmo Soares	Universidade Federal de Minas Gerais
Letícia da Conceição Braga	Centro Universitário UNA

Letícia Souza Lima Guimarães	Museu de Ciências Naturais / PUC Minas
Lilian Gomes Afonso	Centro Universitário Una
Lívia Vanucci Lins	Instituto Terra Brasilis
Lucas Grandinetti	Limiar Engenharia Ltda
Lúcia Maria Pôrto de Paula	Universidade Federal de Minas Gerais
Lúcia Paolinelli Barros	Biovet Consultoria Ambiental Ltda
Lúcia Pinheiro Santos Pimenta	Universidade Federal de Minas Gerais
Luciana Barçante Ferreira	Centro Universitário UNA
Luciana Barreto Nascimento	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Luciana Hiromi Yoshino Kamino	Universidade Federal de Minas Gerais
Luciano Azevedo Vieira	Museu de Biologia Professor Mello Leitão, Rhea Estudos e Projetos em Meio Ambiente e Aracruz Celulose SA.
Lucienir Pains Duarte	Universidade Federal de Minas Gerais
Lúcio de Sousa Leoni	Universidade do Estado de Minas Gerais
Ludovic Jean Charles Kollmann	Museu de Biologia Mello Leitão
Ludwig Heinrich Pfenning	Universidade Federal de Lavras
Luís Carlos Bernacci	Instituto Agronômico
Luís Fábio Silveira	Universidade de São Paulo
Luisa Maria Sarmento Soares	Museu de Biologia prof. Mello Leitão
Luiz Carlos do Nascimento	Universidade Federal de Alfenas e Universidade José do Rosário Vellano
Luiz Gustavo Dias	Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre
Luiz Gustavo Martins da Silva	Centro Universitário de Belo Horizonte
Luiz Henrique Rosa	Universidade Federal de Ouro Preto
Luiz Menini Neto	Universidade Federal de Juiz de Fora
Luiza Sumiko Kinoshita	Universidade Estadual de Campinas
Luzimara Fernandes Silva Brandt	CRS Ambiental Ltda
Lyderson Facio Viccini	Universidade Federal de Juiz de Fora
Maíra Figueiredo Goulart	Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre
Maisa Gonçalves de Carvalho	Centro Universitário de Belo Horizonte
Mara Cíntia Kiefer	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Marccus Alves	Universidade Federal de Pernambuco
Marcela Camargo Matteuzzo	Universidade Federal de Ouro Preto
Marcelo Fulgêncio Guedes de Brito	Universidade Estadual de Feira de Santana
Marcelo Passamani	Universidade Federal de Lavras
Marcelo Rodrigues Nogueira	Universidade Estadual do Norte Fluminense
Márcia Bacelar	Jardim Botânico da Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Márcio Antonio Silva Pimenta	Universidade Estadual de Montes Claros

Márcio Luiz da Gama Lisboa	Centro Universitário de Caratinga
Marco Antonio de Andrade	Manejo Instituto de Pesquisa e Consultoria Ambiental
Marco Aurélio Lima Sábató	Táxon Meio Ambiente - Estudos e Projetos
Marconi Campos Cerqueira Junior	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Marconi Souza Silva	Centro Universitário de Lavras
Marcos Rodrigues	Universidade Federal de Minas Gerais
Marcos Rogério Tótola	Universidade Federal de Viçosa
Marcus Alberto Nadruz Coelho	Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Marcus Canuto	SOS Falconiformes
Maria Bernadete Lovato	Universidade Federal de Minas Gerais
Maria Cristina Mendes Costa	Centro Universitário de Lavras
Maria das Dores Magalhães Veloso	Universidade Estadual de Montes Claros
Maria Elina Bichuette	Universidade Federal de São Carlos
Maria José dos Santos Wisniewski	Universidade Federal de Alfenas
Maria Raquel Santos Carvalho	Universidade Federal de Minas Gerais
Maria Rita Silvério Pires	Universidade Federal de Ouro Preto
Maria Tereza Candido Pinto	Universidade Federal de Viçosa
Marília Vilela Junqueira	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Marina Capelari	Instituto de Botânica
Mário Alberto Cozzuol	Universidade Federal de Minas Gerais
Mário de Maria	Universidade Federal de Minas Gerais
Mário Ribeiro de Moura	Universidade Federal de Viçosa
Marisa Vieira de Queiroz	Universidade Federal de Viçosa
Marlon Zortéa	Universidade Federal de Goiás
Marta Camargo de Assis	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Marta Svartman	Universidade Federal de Minas Gerais
Mauro Guimarães Diniz	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Mauro Luis Triques	Universidade Federal de Minas Gerais
Meire Silva Pena	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Mércia Helena dos Santos	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Miele Tallon Matheus	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Miriam Pimentel Mendonça	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Mônica Bucciarelli Rodriguez	Universidade Federal de Minas Gerais
Narcisa Imaculada Brant Moreira	Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira
Og Francisco Fonseca de Souza	Universidade Federal de Viçosa
Olinto Liparini Pereira	Universidade Federal de Viçosa
Omar dos Santos Carvalho	Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz

Orlando Graeff	Pesquisador Autônomo
Patrícia da Silva Santos	Centro Universitário de Caratinga
Patrícia Faleiro Pimentel	Centro Tecnológico de Minas Gerais
Patricia Gonçalves de Oliveira	Universidade Federal de Minas Gerais
Paula Cabral Eterovick	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Paulina Maria Maia Barbosa	Universidade Federal de Minas Gerais
Paulo de Tarso Zuquim Antas	Ipê Consultoria e Meio Ambiente
Paulo dos Santos Pompeu	Universidade Federal de Lavras
Paulo Henrique Pereira Peixoto	Universidade Federal de Juiz de Fora
Paulo Machado	Fazenda Vale Verde
Paulo Roberto Manzani	Universidade Estadual de Campinas
Paulo Sérgio Fiuza Ferreira	Universidade Federal de Viçosa
Pedro Lage Viana	Pesquisador Autônomo
Pedro Marcos Linardi	Universidade Federal de Minas Gerais
Priscila Moreira de Andrade	Instituto Estadual de Florestas
Queila de Souza Garcia	Universidade Federal de Minas Gerais
Rachel Basques Caligiome	Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz
Rafael Luiz Aarão Freitas	Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre
Raquel Ferreira Simiqueli	Universidade Federal de Juiz de Fora
Raquel Teixeira de Moura	Universidade Federal de Minas Gerais
Renata Acácio Ribeiro	Universidade Federal de Minas Gerais
Renato Filgônio	Pesquisador Autônomo
Renato Gregorin	Universidade Federal de Lavras
Renato Richard Hilário	Pesquisador Autônomo
Renato Silveira Bernils	Museu Nacional / UFRJ
Ricardo Eustáquio Nogueira	universidade federal de ouro preto
Ricardo Magela de Souza	Universidade Federal de Lavras
Robert Weingart Barreto	Universidade Federal de Viçosa
Roberto da Gama Alves	Universidade Federal de Juiz de Fora
Roberto Esser dos Reis	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Rodrigo Aparecido Fernandes Redondo	Universidade Federal de Minas Gerais
Rodrigo Lopes Ferreira	Universidade Federal de Lavras
Rodrigo Tsuji	Instituto Plantarum de Estudos da Flora
Ronan Caldeira Costa	Centro Universitário de Belo Horizonte
Rosa Maria Menendez	Universidade Federal de Minas Gerais
Rosana Romero	Universidade Federal de Uberlândia
Rosane Freitas Schwan	Universidade Federal de Lavras
Rosane Garcia Collevatti	Universidade Católica de Brasília

Rosane Maria de Aguiar Euclides	Universidade Federal de Viçosa
Rubens Custódio da Mota	Instituto Cultural Inhotim
Rubens Pazza	Universidade Federal de Viçosa
Sandra Francischetti Rocha	Universidade Federal de Minas Gerais e Fundação Centro Tecnológica de Minas Gerais
Sandro L. Bonatto	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Sara Machado de Souza	Universidade do Estado de Minas Gerais
Sérgio André de Souza Oliveira	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Sérgio Augusto Abrahão Morato	STCP Engenharia de Projetos
Sérgio Lucena Mendes	Universidade Federal do Espírito Santo
Sérvio Tulio Pires Amarante	Museu de Zoologia / USP
Sofia Luiza Brito	Universidade Federal de Minas Gerais
Solange Cristina Augusto	Universidade Federal de Uberlândia
Sônia A. Talamoni	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Sônia Belentani	Pesquisadora Autônoma
Sylvia Therese Meyer Ribeiro	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Tami Mott	Universidade Federal do Mato Grosso e Universidade de São Paulo
Tânia Maria de Almeida Alves	Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz
Teofânia Heloisa Dutra Amorim Vidigal	Universidade Federal de Minas Gerais
Thaís Maya Aguiar	Faculdade do Futuro
Théa Mirian Medeiros Machado	Universidade Federal de Viçosa
Thiago Oliveira e Almeida	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Tiago de Oliveira Lima	Criadouro Comercial de Fauna Silvestre Planeta Jibóias
Tiago Teixeira Dornas	Golder Associates Brasil
Vagner Fernandes Knupp	Fundação Centro tecnológico de Minas Gerais
Valéria Cid Maia	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Valéria da Cunha Tavares	American Museum of Natural History, NY e Universidade Federal de Minas Gerais
Valéria do Socorro Pereira	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Valéria Lúcia de Oliveira Freitas	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Victor Teixeira Giorni	Universidade Federal de Minas Gerais
Vinícius Xavier da Silva	Universidade Federal de Alfenas
Vitor Fernandes Oliveira de Miranda	Universidade de Mogi das Cruzes
Volney Vono	Universidade Federal de Minas Gerais
Wagner E. P. Avelar	Universidade de São Paulo
Waldney Pereira Martins	Universidade Federal de Minas Gerais
William Henrique Stutz	Prefeitura de Uberlândia
Wilson Uieda	Universidade Estadual Paulista
Xavier Prous	Faculdade Pitágoras

## Lista 2

Affonso HL Zuin	Universidade Federal de Viçosa
Airton José de Moura Júnior	Probiótica Consultoria e Soluções Biológicas
Alcimar do Lago Carvalho	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Alexandre Barbosa Reis	Universidade Federal de Ouro Preto
Alexandre Luis Padovan Aleixo	Museu Paraense Emílio Goeldi
Alexandre Silva de Paula	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Alice de Souza Guimarães	Universidade Federal de Minas Gerais
Ana Carolina Srebek de Araujo	Instituto Ambiental Vale
Ana Cláudia Jordão Rodrigues	Universidade José do Rosário Velano
Bárbara Fernanda de Melo Jardim	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Bruno Machado Kraemer	Centro Universitário de Belo Horizonte
Camilo Cienfuegos	Sete Soluções e Tecnologia Ambiental
Carlos Eduardo Ustosa Esbérard	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Célia de Fátima Machado	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Cláudia Elena Carneiro	Universidade Estadual de Feira de Santana
Claudio Nicoletti de Fraga	Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro
Conrado A. B. Galdino	Centro Universitário UNA
Cristiano Schetini de Azevedo	Centro Universitário de Belo Horizonte
Darci Moraes Barros Battesti	Instituto Butantan
Denilson Fernandes Peralta	Instituto de Botânica de São Paulo
Denise de Cerqueira Rossa-Feres	Universidade do Estado de São Paulo
Edison Zefa	Unviersidade Federal de Pelotas
Edson Ribeiro Luiz	SAVE Brasil/Birdlife International
Eduardo de Paula Pupo Nogueira	Pesquisador Autônomo
Eduardo Pio Mendes de Carvalho Filho	SOS Falconiformes
Elaine Maria de Souza Fagundes	Universidade Federal de Minas Gerais
Elidiomar Ribeiro da Silva	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Elisabeth Neumann	Centro Universitário de Belo Horizonte
Enio Fonseca	Companhia Energética de Minas Gerais

Fábio de Carvalho Falcão	Instituto Driades
Francisco Antonio Rodribues Barbosa	Universidade Federal de Minas Gerais
Francisco Eduardo de Carvalho Costa	Universidade do Vale do Sapucaí
Francisco Luís Franco	Instituto Butantan
Gabriel Augusto Rodrigues de Melo	Universidade Federal do Paraná
Germano Henrique Rosado Neto	Universidade Federal do Paraná
Giancarlo Zorzin	SOS Falconiformes
Gilmar Bastos Santos	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Gilson Evaristo Iack Ximenes	Universidade Estadual de Santa Cruz
Giovanni Guimaraes Landa	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Gisele Pires de Mendonça Dantas	Instituto de Biociências / USP
Gustavo Schiffler	Universidade Federal de Minas Gerais
Heraldo Luis de Vasconcelos	Universidade Federal de Uberlândia
Humberto Espírito Santo de Mello	Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte
Ivana Aparecida da Silveira	Centro Universitário de Lavras
Jaime Bertoluci	Universidade de São Paulo
José Albertino Rafael	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
José Carlos de Magalhães	Centro Universitário de Belo Horizonte
José Fernandes Bezerra Neto	Universidade Federal de Minas Gerais
José Fernando Pacheco	Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos
José Pires de Lemos Filho	Universidade Federal de Minas Gerais
Joseilson de Assis Costa	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
Karyne Mourthé Miranda	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Lidyanne Yuriko Saleme Aona	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Lincoln Cambraia Teixeira	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Lúcia Massutti de Almeida	Universidade Federal do Paraná
Luciano Elias de Oliveira	Universidade Federal de Uberlândia
Luciano Martins Verdade	Universidade de São Paulo
Lucio Antonio de Oliveira Campos	Universidade Federal de Viçosa
Luiz Guilherme Dias Heneine	Fundação Ezequiel Dias



Luiz Henrique Amarante	Universidade Vale do Rio Verde
Magno Augusto Zazá Borges	Universidade de Montes Claros
Marcelo Coutinho Amarante	Instituto Estadual de Florestas
Marcelo Henrique Marcos	Pesquisador Autônomo
Marcelo Polo	Universidade Federal de Alfenas
Marcelo Texeira Tavares	Universidade Federal do Espírito Santo
Maria Beatriz Gomes e Souza	Keratella Estudos e Projetos Ambientais
Maria das Dores Magalhães Veloso	Universidade Estadual de Montes Claros
Maria Helena Mainieri Galileo	Pesquisadora Autônoma
Marisa Magna Barbosa	Prefeitura de Caldas
Marlon Câmara Machado	Universität Zürich
Miguel Angel Monné Barrios	Museu Nacional / UFRJ
Miguel Ângelo Marini	Universidade de Brasília
Miguel Trefaut Rodrigues	Universidade de São Paulo
Miriam Teresinha dos Santos	Universidade Federal de Viçosa
Nadia Said Ávila	Prefeitura de Cótia
Naércio Aquino Menezes	Universidade de São Paulo
Paula Hanna Valdujo	Universidade de São Paulo
Paulo Henrique Franco Lucinda	Universidade Federal de Tocantins
Paulo Sergio Formagio	Furnas Centrais Elétricas S/A
Renata de Melo Ferreira Lopes	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Renata Maria Strozi Alves Meira	Universidade Federal de Viçosa
Renato Ramos da Silva	Oreades Meio Ambiente e Agronegócios
Reuber Albuquerque Brandão	Universidade de Brasília
Ricardo Bomfim Machado	Conservação Internacional do Brasil
Ricardo França Silva	Universidade Federal de Minas Gerais
Ricardo Jose de Paula Souza E Guimaraes	Centro de Pesquisas René Rachou - Fundação Oswaldo Cruz
Ricardo Monteiro Corrêa	Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí e Universidade Presidente Antônio Carlos
Roberta Lima Caldeira	Fundação Oswaldo Cruz
Robson Menezes da Fonseca	Fundação Rio Parnaíba

Rodrigo Correa Oliveira	Fundação Oswaldo Cruz
Roqueline Rodrigues Silva de Miranda	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Rubens Cláudio Verçoza Casali	Universidade Presidente Antônio Carlos
Sueli Souza Damasceno	Pesquisadora Autônoma
Tarciso de Sousa Filgueiras	Reserva Ecologica do IBGE
Thiago Igor F. Metzker	Universidade Federal de Minas Gerais
Tulio Dornas	Pesquisador Autônomo
Valeska Buchemi de Oliveira	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Vanda Lúcia Ferreira	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Vasco Ariston de Carvalho Azevedo	Universidade Federal de Minas Gerais
Vicente Paulo dos Santos Pinto	Universidade Federal de Juiz de Fora
Vivette Appolinario Rodrigues Cabral	Centro Universitário de Lavras
Wilian Vaz-Silva	Centro Universitário de Goiás
Yule Roberta Ferreira Nunes	Universidade Estadual de Montes Claros
Yumi Oki	Universidade Federal de Minas Gerais
Yuri Luiz Reis Leite	Universidade Federal do Espírito Santo

## Lista de siglas

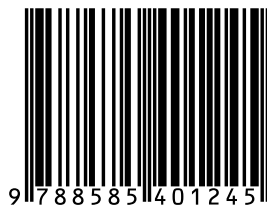
AAG-UFU - Coleção do Dr. Ariovaldo Antonio Giaretta / UFU  
ABRABI - Associação Brasileira de Empresas de Biotecnologia  
ANBIO - Associação Nacional de Biossegurança  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
APA - Área de Preservação Ambiental  
APL BIOTEC RMBH - APL de Biotecnologia da Região Metropolitana de Belo Horizonte  
APL Biotecnologia TMAP - APL de Biotecnologia do Triângulo Mineiro e Alto do Paranaíba  
APL Viçosa - APL de Biotecnologia de Viçosa  
APL - Arranjo Produtivo Local  
BA - Estado da Bahia  
BHCB - Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais  
BHZB - Herbário da Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte  
BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento  
BIOMINAS - Fundação Biominas  
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social  
BOLO - Herbário da Universidade de Bolonha  
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CBD - Convenção sobre Diversidade Biológica  
CEMAVE - Centro Nacional de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres  
CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais  
CEN - Herbário da EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia  
CEPEC - Herbário do Centro de Pesquisas do Cacau – EMBRAPA/Bahia  
CESJ - Herbário Universidade Federal de Juiz de Fora  
CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais  
CGEN - Conselho de Gestão do Patrimônio Genético  
CIB - Conselho de Informações sobre Biotecnologia  
CNB - Comitê Nacional de Biotecnologia  
CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
COA - Clube de Observadores de Aves  
CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba  
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente  
COP - Conferência das Partes  
COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
CPqRR - Centro de Pesquisas René Rachou  
CR - Espécie Criticamente em Perigo segundo categoria e critério da IUCN  
CRIA - Centro de Referência em Informação Ambiental  
CTNBio - Comissão Técnica Nacional de Biossegurança  
DD - Espécie Deficiente em Dados segundo categoria e critério da IUCN  
DF - Distrito Federal  
DIAM - Herbário da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
DNA - Ácido Desoxirribonucleico  
EIA - Estudos de Impacto Ambiental  
EM - Espécie Em Perigo segundo categoria e critério da IUCN

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
ESAL - Herbário da Universidade Federal de Lavras  
EUA - Estados Unidos da América  
FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais  
FAPs - Agências Estaduais de Fomento à Pesquisa  
FBPN - Fundação O Boticário de Proteção à Natureza  
FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente  
FI - Herbário do Museu de História Natural da Universidade de Florença  
FIEMG - Federação das Indústrias de Minas Gerais  
FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz  
FLOR - Herbário da Universidade Federal de Santa Catarina  
FUNCESI - Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira  
FUNED - Fundação Ezequiel Dias  
FZBH - Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte  
GFJP - Herbário da Universidade do Estado de Minas Gerais  
GH - Herbário da Universidade de Harvard  
GO - Estado de Goiás  
GSPC - Global Strategy for Plant Conservation (Estratégia Global para a Conservação de Plantas)  
HAS - Herbário da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul  
HB - Herbarium Bradeanum  
HBR - Herbário Barbosa Rodrigues / UFSC  
HEMOMINAS - Fundação Hemominas Hemocentro de Belo Horizonte  
HMC - Herbário da Universidade Estadual de Montes Claros  
HPUC/MG - Herbário da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
HRCB - Herbário Rioclarense / UNESP  
HUEFS - Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana  
HUEMG - Herbário da Universidade Estadual de Minas Gerais  
HUFU - Herbário da Universidade Federal de Uberlândia  
HXBH - Herbário da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais  
IAN - Herbário do Instituto Agrônomo do Norte – EMBRAPA/Pará  
IAPT - International Association for Plant Taxonomy  
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
IBGE - Herbário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICB - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais  
ICN - Herbário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
IEF - Instituto Estadual de Florestas  
IEL-MG - Instituto Euvaldo Lodi – Núcleo Regional de Minas Gerais  
IES - Instituições de Ensino Superior  
IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas  
IMA - Instituto Mineiro de Agropecuária  
INPA - Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial  
IUCN - International Union for Conservation of Nature  
LC - Espécies Não-Ameaçadas segundo categoria e critério da IUCN

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
 MBM - Herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba  
 MBML - Herbário do Museu de Biologia Mello Leitão  
 MCN - Herbário do Museu de Ciências Naturais da PUC Minas  
 MCT - Ministério de Ciência e Tecnologia  
 MDIC - Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior  
 MG - Estado de Minas Gerais  
 MG - Museu Paraense Emílio Goeldi, Pará  
 MMA - Ministério do Meio Ambiente  
 MO - Herbário do Jardim Botânico do Missouri, EUA  
 MS - Ministério da Saúde  
 MSBP - Millennium Seed Bank Project (Projeto Banco de Sementes do Milênio)  
 MZJM - Museu de Zoologia João Moojen de Oliveira / UFV  
 MZUSP - Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo  
 NUPÉLIA - Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura  
 NY - New York Botanical Garden, EUA  
 NYBG - New York Botanical Garden, EUA  
 OGM - Organismos Geneticamente Modificados  
 ONG - Organização Não Governamental  
 OUPR - Herbário da Universidade Federal de Ouro Preto  
 P&D&I - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação  
 PA - Estado do Pará  
 PACA - Herbário do Instituto Anchietano, Rio Grande do Sul  
 PADCT - Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
 PAMG - Herbário da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
 PDB - Política de Desenvolvimento da Biotecnologia  
 PDP - Política de Desenvolvimento Produtivo  
 PELD - Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração  
 PEUFR - Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho / UFRPE  
 PIB - Produto Interno Bruto  
 PITCE - Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior  
 PROBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira  
 PRONAB - Programa Nacional de Biotecnologia  
 PRONEX - Programa de Núcleos de Excelência  
 PUC Minas - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
 R - Herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro  
 RB - Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro  
 RIMA - Relatórios de Impacto Ambiental  
 RJ - Estado do Rio de Janeiro  
 RNA - Ácido Ribonucléico  
 RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural  
 RS - Estado do Rio Grande do Sul  
 SC - Estado de Santa Catarina  
 SEBRAE-MG - Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas de Minas Gerais  
 SECTES - Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior  
 SINDUSFARQ - Sindicato das Indústrias de Produtos Farmacêuticos e Químicos das Indústrias no Estado de Minas Gerais

SJRP - Herbário da Universidade Estadual Paulista/Campus de São José do Rio Preto, SP  
SP - Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo  
SPF - Herbário da Universidade de São Paulo  
UB - Herbário da Universidade de Brasília  
UC - Unidade de Conservação  
UEC - Herbário da Universidade Estadual de Campinas, SP  
UEMC - Universidade Estadual de Montes Claros  
UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais  
UEMG-Carangola - Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Carangola  
UERJ - Universidade Estadual do Rio de Janeiro  
UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora, MG  
UFLA - Universidade Federal de Lavras, MG  
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais  
UFMT - Universidade Federal do Mato Grosso  
UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto, MG  
UFP - Herbário da Universidade Federal de Pernambuco  
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco  
UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina  
UFSJ - Universidade Federal de São João Del Rey, MG  
UFT - Universidade Federal de Tocantins  
UFTM - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, MG  
UFU - Universidade Federal de Uberlândia, MG  
UFVJM - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, MG  
UHE - Usina Hidrelétrica  
UMC - Universidade de Mogi das Cruzes  
UNEC - Centro Universitário de Caratinga  
UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
UNI-BH - Centro Universitário Belo Horizonte  
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas, SP  
UNIFAL - Universidade Federal de Alfenas, MG  
UNIFENAS - Centro Universitário Federal de Alfenas, MG  
UNILAVRAS - Centro Universitário de Lavras, MG  
UNILESTE - Centro Universitário do Leste de Minas Gerais  
UNIMONTES - Universidade Estadual de Montes Claros, MG  
UNIPAC - Universidade Presidente Antônio Carlos  
UNIVÁS - Universidade do Vale do Sapucaí  
US - Herbário da Smithsonian Institution, EUA  
USA - United States of America – em português usa-se EUA  
USP - Universidade de São Paulo  
VALE - Companhia Vale do Rio Doce  
VIC - Herbário da Universidade Federal de Viçosa, MG  
VIES - Herbário Central da Universidade Federal do Espírito Santo  
VU - Espécies Vulneráveis segundo categoria e critério da IUCN





9 788585 401245



BIODIVERSITAS

Fundação Biodiversitas  
Rua Congonhas, n° 245  
Bairro São Pedro - Belo Horizonte  
Minas Gerais - CEP: 30.330-100  
[www.biodiversitas.org.br](http://www.biodiversitas.org.br)