



# Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia



**SOCIEDADE BRASILEIRA DE MASTOZOOLOGIA**  
**WWW.SBMZ.ORG**  
**2017-2019**

**Presidente:** Paulo Sérgio D'Andrea  
**Vice-Presidente:** Gisele Mendes Lessa del Giúdice  
**1º Secretária:** Ana Lazar Gomes e Souza  
**2º Secretária:** Fabiano Rodrigues de Melo  
**3º Secretário:** Jorge Luiz do Nascimento  
**1º Tesoureiro:** Diogo Loretto Medeiros  
**2º Tesoureiro:** José Luis Passos Cordeiro

**PRESIDENTES DA**  
**SOCIEDADE BRASILEIRA DE MASTOZOOLOGIA**

**1985-1991** Rui Cerqueira Silva  
**1991-1994** Maria Dalva Mello  
**1994-1998** Ives José Sbalqueiro  
**1998-2005** Thales Renato Ochotorena de Freitas  
**2005-2008** João Alves de Oliveira  
**2008-2012** Paulo Sergio D'Andrea  
**2012-2017** Cibele Rodrigues Bonvicino

*Os artigos assinados não refletem necessariamente a opinião da SBMz.*

**As Normas de Publicação encontram-se disponíveis em  
versão atualizada no site da SBMz: [www.sbmz.org](http://www.sbmz.org).**

---

Ficha Catalográfica de acordo com o Código de Catalogação Anglo-Americano (AACR2).  
Elaborada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Sociedade Brasileira de Mastozoologia.  
Boletim.  
Rio de Janeiro, RJ.  
Quadrimestral.

Continuação de: Boletim Informativo. SBMz, n.28-39; 1994-2004;  
Boletim Informativo. Sociedade Brasileira de Mastozoologia,  
n.1-27; 1985-94.

Continua como:  
Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia, n.40,  
2005- .

ISSN 1808-0413

1. Mastozoologia. 2. Vertebrados. I. Título

“Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Lei n° 10.994, de 14 de dezembro de 2004”.



# Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia

PUBLICAÇÃO QUADRIMESTRAL

Rio de Janeiro, número 81, abril de 2018

## EDITORAS

Erika Hingst-Zaher – Instituto Butantan

Lena Geise – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Mariana Dutra Fogaça – Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

## EDITORA EXECUTIVA

Marianne da Silva Bello – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

## EDITOR EMÉRITO

Rui Cerqueira Silva – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

## EDITORES ASSOCIADOS

|                                  |                                                                                                                         |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alexandra M. R. Bezerra</b>   | Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), Belém, PA, Brasil.                                                                 |
| <b>Amelia Chemisquy</b>          | Centro Regional de Investigaciones Científicas y de Transferencia Tecnológica de La Rioja (CRILAR), Anillaco, Argentina |
| <b>Mauricio E. Graipel</b>       | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil                                    |
| <b>Renato Gregorin</b>           | Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil                                                     |
| <b>Hugo Mantilla-Meluk</b>       | Facultad de Ciencias Básicas y Tecnológicas, Universidad del Quindío, Armenia, Colombia                                 |
| <b>Fabiano Rodrigues de Melo</b> | Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil                                                             |

## REVISORES

Os editores agradecem a colaboração dos revisores anônimos, cuja participação garantiu a qualidade da publicação.

---

O **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia** (ISSN 1808-0413) é uma publicação quadrimestral da **Sociedade Brasileira de Mastozoologia (SBMz)**, distribuído gratuitamente aos associados. Indivíduos e instituições que desejem informações sobre a inscrição na **SBMz** e recebimento do Boletim devem entrar em contato com [sbmz.diretoria@gmail.com](mailto:sbmz.diretoria@gmail.com).

O desenho gráfico foi realizado por Airton de Almeida Cruz e a capa por Ana Lazar.

Mais informações disponíveis em: [www.sbmz.org](http://www.sbmz.org).

**Capa:** Onça-pintada (*Panthera onca*). Foto de Hudson Martins. Poconé, MT, Brasil. Junho de 2017.

# Sobre a SBMz

A **Sociedade Brasileira de Mastozoologia (SBMz)** é uma sociedade científica, sem fins lucrativos, criada em 1985, com a missão de congregar, organizar e amparar profissionais, cientistas e cidadãos que atuam ou estão preocupados com as temáticas ligadas à pesquisa e conservação de mamíferos.

A **SBMz** tem como objetivo incentivar o estudo e pesquisa dos mamíferos, além de difundir e incentivar a divulgação do conhecimento científico desenvolvido no Brasil sobre os mamíferos. A **SBMz** também atua frente a órgãos governamentais, Conselhos Regionais e Federal de Biologia, e instituições privadas, representando e defendendo os interesses dos sócios, e atendendo a consultas em questões ligadas a mamíferos. Nossa Sociedade oferece e incentiva cursos de Mastozoologia em níveis de graduação e pós-graduação, além de conceder bolsas de auxílio financeiro para simpósios e congressos nacionais e internacionais. Além disso, ajudamos a estabelecer e zelar por padrões éticos e científicos próprios da Mastozoologia brasileira.

A **SBMz** foi fundada durante o “XII Congresso Brasileiro de Zoologia”, realizado em Campinas, em fevereiro de 1985. Desde então, a **SBMz** cresceu em número de sócios, e agora conta com congressos próprios bienais realizados nas diversas regiões do país, além do apoio e promoção de eventos regionais. Nossa sociedade conta com uma publicação própria intitulada **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia**, com 3 números anuais, classificada como B3 pela CAPES na área de Biodiversidade. Além disso, nossa sociedade atualmente mantém conta com parceria com a SAREM (Sociedade Argentina para o Estudio de los Mamíferos), fornecendo aos sócios a revista Mastozoologia Neotropical. A **SBMz** financia a publicação de livros acerca de mamíferos brasileiros para ser distribuído gratuitamente aos sócios.

Fazemos parte da Rede Latino-Americana de Mastozoologia (RELAM), o que abre portas para cooperação com pesquisadores de 12 países latino-americanos que fazem parte da rede. Integramos o Fórum da International Federation of Mammalogists (IFM), e também temos cooperação com a Sociedade Brasileira de Zoologia e Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros, facilitando a participação em congressos destas sociedades e promovendo o intercâmbio de informação entre seus associados.

Fruto da criação e organização proporcionadas pela **SBMz** ao longo desses anos, atualmente o Brasil apresenta uma comunidade científica mastozoológica madura e conectada, que congrega profissionais trabalhando em organizações e instituições públicas e privadas por todo país.

---

## Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia Uma publicação da SBMz

### INSTRUÇÕES GERAIS PARA AUTORES

O **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia** é um periódico publicado pela **SBMz** para os sócios quites, com propósito de funcionar como um meio de comunicação para a comunidade de mastozoólogos. O **Boletim da SBMz** publica artigos, notas e ensaios originais, revisados por pares, sobre temas relacionados à biologia de mamíferos.

Os manuscritos devem ser enviados por e-mail para [bolsbmz@gmail.com](mailto:bolsbmz@gmail.com), aos cuidados de Erika Hingst-Zaher e Lena Geise. A mensagem de e-mail enviada deverá conter uma declaração de que se trata de trabalho inédito, não submetido a outro periódico. Deverá especificar ainda se a contribuição se trata de uma nota, ensaio, artigo ou resumo. Os autores deverão indicar até cinco sugestões de revisores, com seus nomes e endereço eletrônico.

Os manuscritos enviados serão considerados para publicação, sob a forma de notas, artigos ou ensaios, seguindo o pressuposto de que os autores estão de acordo com os princípios éticos do **Boletim da SBMz** (ver os princípios no site da **SBMz**). O primeiro autor (ou o autor para correspondência) deverá, ao submeter o manuscrito, enviar o e-mail com cópia para todos os demais autores. Desta forma, será oficializada a concordância de todos os autores quanto à submissão/publicação do manuscrito no **Boletim da SBMz**. Neste mesmo e-mail deverá vir explicitado que o manuscrito é original, não tendo sido publicado e/ou submetido a outro periódico. No caso de resumos, é suficiente o envio do arquivo anexado à mensagem, já que este tipo de contribuição não passa pelo processo de revisão.

Os critérios para publicação dos artigos, notas e ensaios são a qualidade e relevância do trabalho, clareza do texto, qualidade das figuras e formato de acordo com as regras de publicação. Os manuscritos que não estiverem de acordo com as regras aqui definidas, ou ainda se nenhum dos autores estiver com o pagamento da **SBMz** em dia, serão devolvidos sem passar pelo processo de revisão.

As submissões são direcionadas pelas Editoras aos Editores de Área, que os enviarão para pelo menos dois pares para revisão. Os Editores de Área retornam as revisões e recomendações para os Editores para a decisão final. Toda a comunicação será registrada por meio eletrônico entre os Editores e o autor correspondente.

Os trabalhos devem seguir o **Código Internacional de Nomenclatura Zoológica**, e espécimes relevantes mencionados devem ser propriamente depositados em uma coleção científica reconhecida. Amostras relacionadas aos exemplares-testemunho (tecidos, ecto e endoparasitas, células em suspensão, etc.) devem ser relacionadas a seus respectivos exemplares. Os números de acesso às sequências depositadas no **Genbank** ou **EMBL** são obrigatórios para publicação. Localidades citadas e exemplares estudados devem vir listadas de forma completa, no texto ou em anexo, dependendo do número de registros. É fundamental a inclusão, no texto, do número da Licença de Coleta e a concordância do Comitê de Ética da Instituição onde foram desenvolvidos os trabalhos, quando aplicável. Todos os textos, antes do envio aos editores de área ou revisores serão analisados quanto a sua originalidade, com o uso de programas para verificação de plágio.

**Números Especiais:** Também poderão ser publicadas monografias e estudos de revisão de até 350 (trezentas e cinquenta) páginas, individualmente. Como apenas um número limitado poderá ser publicado, autores devem entrar em contato com os Editores previamente à submissão. Números Especiais seguem as mesmas regras de submissão e revisão dos artigos, notas e ensaios. Considerando as despesas de impressão e envio, autores serão solicitados a contribuir com R\$ 40,00 (quarenta reais) por página publicada.



## Sobre a necessidade do uso de licenças e autorizações para desenvolver atividades de pesquisa e ensino com mamíferos

Nos últimos anos as regras para pesquisa com animais no Brasil e no mundo sofreram diversas mudanças, devido a necessidade de regulamentar e manter um registro das atividades envolvendo a fauna silvestre, e de responder à sociedade quanto à forma como procuramos reduzir o sofrimento dos animais utilizados para aumentar nosso conhecimento sobre a biodiversidade. É importante, portanto, que os mastozoólogos estejam a par de quais autorizações e licenças são necessárias para realizar seus trabalhos, sejam ele de pesquisa, ensino ou de consultoria, no campo, em transporte e em laboratório.

As autorizações e licenças expedidas pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e os diversos órgãos ambientais estaduais e municipais são de conhecimento para os que querem realizar trabalhos que envolvam manejo, coleta e transporte de animais silvestres. Porém, dúvidas persistem, por exemplo, quando os estudos envolvem a obtenção de dados indiretos (observação de comportamento, registro de vestígios, como fezes, ou até pelotas de corujas) ou estudos ecológicos que envolvem marcação de indivíduos. Além disso, a necessidade de obtenção de aprovação de uma Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) é um assunto ainda desconhecido por parte dos biólogos.

Nesse sentido, achamos interessante apresentar um breve texto explicativo sobre tão importante assunto, já que a exemplo de outros periódicos nacionais e internacionais, o Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (BoSBMz) precisa se adequar à nova realidade.

Para se realizar estudos com mamíferos silvestres é necessário seguir uma série de normas específicas, que podem variar de acordo com o tipo de estudo a ser realizado, várias podendo ser utilizadas de forma complementar. Um primeiro passo é se fazer a distinção entre os termos autorização e licença. Licenças são atos administrativos vinculados e definitivos (Amado, 2015), ou seja, expedidas pelo órgão competente por um período indeterminado, desde que sejam cumpridas as determinações previstas por ele (Art. 6º da In nº 03 de 01/09/2014). Autorizações, são um ato discricionário e precário (Amado, 2015), pois prevalecem por tempo determinado e podem ser revogadas a qualquer momento, portanto, são expedidas para autorizar atividades de projetos específicos (Art. 6º da In nº 03 de 01/09/2014).

### LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Quando há a necessidade de manejo, captura, coleta e transporte de mamíferos silvestres é preciso solicitar ao órgão ambiental responsável pelo licenciamento em questão uma autorização para o manejo nas etapas de levantamento, monitoramento, resgate e soltura. Normalmente a solicitação da autorização é feita pela empresa responsável pelo empreendimento juntamente com outra empresa que presta serviços de consultoria ambiental, portanto, não há necessidade do profissional (biólogo ou veterinário) fazer a solicitação. Nesse caso, o papel do profissional é o de fornecer os documentos e dados necessários para a solicitação da autorização, tais como, currículo, Cadastro Técnico Federal (CTF) do IBAMA atualizados, declaração de aptidão em relação à sua experiência e capacidade técnica de exercer trabalhos com mamíferos e uma Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do coordenador do estudo.

É importante destacar que em hipótese alguma o profissional poderá realizar o manejo de mamíferos silvestres em um processo de licenciamento sem estar devidamente munido com autorização específica para aquele projeto e para aquele fim, caso contrário, estará cometendo um crime ambiental de acordo com o disposto na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e no Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Para isso, deverá solicitar à empresa que forneça a autorização específica para o empreendimento em questão, com o seu nome constando na relação da equipe técnica responsável, estando assim dentro da conformidade de acordo com a Instrução Normativa Ibama nº 8, de 14 de julho de 2017.

Todo este procedimento deve ser realizado antes do início das atividades de campo. O detalhamento das diretrizes para a solicitação de autorização de fauna, tomando como referência o Órgão Licenciador Federal, o IBAMA, está contido na Instrução Normativa IBAMA nº 8, de 14 de julho de 2017 e suas considerações via outras portarias, instruções normativas, resoluções e leis. O documento que permite o manejo de mamíferos silvestres no processo de licenciamento



ambiental segundo o IBAMA é, portanto, denominado ABIO (Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico). Para levantamentos que não envolvem a captura ou coleta de mamíferos, mas sim os registros indiretos através de avistamento, pegadas, fezes, pelotas de coruja e outros tipos de vestígios não há necessidade de solicitação da ABIO.

### FINS CIENTÍFICOS E DIDÁTICOS

Assim como para o licenciamento ambiental, o manejo de mamíferos silvestres para a pesquisa e para atividades didáticas exige autorização prévia. Nesse caso, as autorizações e licenças permanentes são concedidas aos pesquisadores via o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO). O SISBIO é regulamentado pela Instrução Normativa nº 3, de 01 de setembro de 2014 e é responsável por fixar normas aos estudos que contemplem coleta de material biológico ou que sejam desenvolvidos em unidades de conservação e em cavernas. A solicitação das autorizações e licenças é feita através de um sistema intranet coordenado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o acesso SISBIO é feito pelo endereço eletrônico <http://www.icmbio.gov.br/sisbio>. Após acessá-lo o pesquisador pode buscar pelo tipo de documento necessário ao tipo de trabalho que pretende exercer e seguir, dentro do site, os passos indicados até a conclusão das solicitações.

Cabe mencionar que: *“As autorizações e licenças permanentes concedidas a pesquisadores por meio do SISBIO não poderão ser utilizadas para fins comerciais, industriais, esportivos ou para realização de atividades inerentes ao processo de licenciamento ambiental de empreendimentos. A realização de atividades inerentes ao processo de licenciamento ambiental de empreendimentos está sujeita a autorização específica nos termos da Instrução Normativa IBAMA nº 146/2007 ou, quando envolvem unidades de conservação federais, as Instruções Normativas ICMBio nº 4/2009 e 5/2009. Para maiores informações contate a Coordenação de Impactos Ambientais”.*

### COMISSÕES DE ÉTICA

Estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais, foi criada a Lei Federal nº 11.794, em 08 de outubro de 2008, mais conhecida como Lei Arouca, regulamentada pelo Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009. No capítulo II da referida lei, está a criação do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). O CONCEA é uma instância colegiada multidisciplinar no âmbito do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI), que têm a competência de normatizar o uso de animais em pesquisas científicas ou no ensino e no controle das instituições que criam, mantêm ou utilizam animais para pesquisa científica ou ensino no País (MCTI, 2018).

Instituições que utilizam animais precisam constituir uma Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA). Quando o trabalho de pesquisa envolva o manuseio ou coleta de animais e/ou de material biológico (sangue, fezes, esfregaço, marcação de indivíduos, entre outros), deve-se solicitar aprovação do delineamento amostral e da metodologia à CEUA de sua instituição, antes de iniciar as atividades. Um ponto importante ao submeter o projeto de pesquisa à CEUA é procurar apresentá-lo de forma clara e objetiva, de forma que não hajam solicitações de informações complementares que podem atrasar o início das atividades.

As CEUAs são compostas por representantes da medicina veterinária, da biologia, docentes e pesquisadores na área específica e representantes da sociedade civil. A linguagem para o preenchimento do formulário deve ser, portanto, clara e sem usar jargões, facilitando o entendimento desses diversos profissionais das CEUAs. Anexo ao formulário, são enviados o projeto original de pesquisa, o termo de responsabilidade e a cópia da licença emitida pelo SISBio. Existem dois tipos de Comissões de Ética: as CEUAs, que são os comitês que avaliam os projetos de pesquisa envolvendo a fauna de vertebrados, e o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), que avalia os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos.

Com maior frequência, nos últimos anos, de acordo com novas tendências de pesquisas, são desenvolvidos estudos no âmbito da sociobiologia ou etnozootologia, com a aplicação de questionários semiestruturados, por exemplo (Alves & Silva, 1992). Um exemplo desse tipo de estudos é a análise da percepção de usuários de rodovias quanto à questão dos mamíferos atropelados, com objetivo de se disseminar o conhecimento científico para a conservação da mastofauna de acordo com os saberes locais.

Apesar de não estar claro para pesquisas não médicas e humanas, de acordo com as Resoluções CNS nº 466/2012 e nº 510/2016, que regulam tais atividades, um expressivo número de periódicos da área de pesquisa que não envolvam as áreas médicas e humanas têm exigido parecer emitido por um CEP. As diretrizes sobre o assunto que serão adotadas



pelo BolSBMz deverão ser em breve discutidas junto à diretoria da Sociedade Brasileira de Mastozoologia e durante o próximo Congresso Brasileiro de Mastozoologia. No entanto, listamos aqui os passos para a obtenção desses pareceres.

O projeto de pesquisa deve ser submetido à apreciação para a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) através da base nacional de registros de pesquisas, a Plataforma Brasil (<http://plataformabrasil.saude.gov.br>). Na Plataforma Brasil, o pesquisador deve cadastrar-se, preencher o formulário e anexar uma série de documentos, como: projeto de pesquisa, resumo do projeto, currículo, Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e outros documentos dependendo do tipo de pesquisa. O CEP orienta na preparação destes documentos. Após essas etapas, ao final do cadastro da pesquisa, gerar a folha de rosto, solicitar a assinatura do representante da instituição proponente (Programas de Pós-Graduação por ex.) e anexar com os outros documentos.

A CONEP é uma comissão do Conselho Nacional de Saúde (CNS), responsável por estabelecer diretrizes e normas, atuando na proteção dos participantes de pesquisa e coordenando a rede de Comitês de Ética em Pesquisa no País. Após o envio da pesquisa à CONEP, ela será encaminhada para o CEP pertencente à instituição do pesquisador, para análise ética. Aconselhamos realizar essa etapa o antecedência, pois além de ser trabalhoso, o início das atividades de pesquisa ficam na dependência da aprovação do CEP.

## REFERÊNCIAS

- Alves ZMMB, Silva MHGFD. 1992. Análise qualitativa de dados de entrevista: uma proposta. *Paidéia* 2: 61-69.
- Amado FADT. 2015. *Direito Ambiental Esquematizado*. 6ª ed. Ver. Atual. E ampl. – Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Métodos, 2015.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, DF, dezembro de 2012.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes. Brasília, DF, abril de 2016.
- BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Instrução Normativa nº 04 de 02 de setembro de 2009. Estabelece procedimentos administrativos para autorização de atividades condicionadas ao controle do poder público e não sujeitas ao licenciamento ambiental previsto na Resolução CONAMA nº 237/97 e de atividades cuja autorização seja exigida por normas específicas. Brasília, DF, novembro de 2009.
- BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Instrução Normativa nº 05 de 02 de setembro de 2009. Estabelece procedimentos para a análise dos pedidos e concessão da Autorização para o Licenciamento Ambiental de atividades ou empreendimentos que afetem as unidades de conservação federais, suas zonas de amortecimento ou áreas circundantes. Brasília, DF, novembro de 2009.
- BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, fevereiro de 1998.
- BRASIL. Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008. Lei dos procedimentos para uso científico de animais. Brasília, DF, outubro de 2008.
- BRASIL. Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade; revoga a Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, maio de 2015.
- BRASIL. Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009. Dispõe sobre a composição do Conselho Nacional de Experimentação Animal – CONCEA, estabelece as normas para o seu funcionamento e de sua Secretaria-Executiva, cria o Cadastro das Instituições de Uso Científico de Animais – CIUCA, e dá outras providências. Brasília, DF, julho de 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). BRASIL. Instrução Normativa Ibama nº 8, de 14 de julho de 2017. Estabelece os procedimentos para a solicitação e emissão de Autorização para Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (Abio) no âmbito dos processos de licenciamento ambiental federal. Brasília, DF, fevereiro 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). BRASIL. Instrução Normativa Ibama nº 146 de 2007. Dispõe sobre estabelecer critérios e padronizar os procedimentos relativos à fauna no âmbito do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades que causam impactos sobre a fauna silvestre. Brasília, DF, janeiro de 2017.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). BRASIL. Instrução Normativa nº 03, de 01 de setembro de 2014. Fixa normas para a utilização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBio, na forma das diretrizes e condições previstas nesta Instrução Normativa, e regulamenta a disponibilização, o acesso e o uso de dados e informações recebidos pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade por meio do SISBio. Brasília, DF, setembro de 2014.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). 2018. Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBio). Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/sisbio>. Acesso em: 24/11/2018.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES (MCTI). 2018. Disponível em: <https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/institucional/concea/paginas/concea.html>. Acesso em: 22/11/2018.

**Priscila Cobra<sup>1,2</sup>, Marcia Aguiar<sup>2,3</sup>, Erika Hingst-Zaher<sup>4</sup> & Lena Geise<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Laboratório de Ecologia de Mamíferos, Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Laboratório de Mastozoologia, Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Laboratório do Museu Biológico, Instituto Butantan, São Paulo, SP, Brasil.







# Invasive rodents in French Guiana: an overview for *Mus musculus*, *Rattus norvegicus*, and *R. rattus* (Murinae: Muridae)

Francois Catzefflis<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier (ISEM – UMR 5554 UM-CNRS-IRD), Université de Montpellier, Place E. Bataillon, 34 095 Montpellier, France.

\* Corresponding author: francois.catzefflis@univ-montp2.fr

**Abstract:** As the invasive murine rodents have too often been neglected in Neotropical faunal inventories, a synthesis on the presence of the House mouse, the Black rat, and the Norway rat was ascertained for French Guiana. We relied on preserved museum-specimens, on caught and released animals, on identified remains extracted from Barn owl (*Tyto alba*) pellets, and on bona-fide visual observations. The aggregated data allowed documenting the presence of at least one invasive Murinae in 31 localities throughout the country. Most observations and/or captures concern the northern coastal areas, where the vast majority of villages and cities are to be found. All three murines were found together in only two localities (Sinnamary; Cayenne) whereas globally the most frequent species was *Rattus rattus*, followed by *Mus musculus*, and finally *R. norvegicus*. Invasive murines were also found on five offshore islands, and the House mouse was caught in an isolated gold-mining camp in the center of the country. Biometric data are provided for characterizing some external and cranio-dental variables in *M. musculus* and *R. rattus*. Owl pellets materials indicate that both species of *Rattus* can be easily sorted by the crown-length non-overlapping values of their upper and/or lower molars.

**Key-Words:** Guyane; Invasive rodents; Distribution; Guianan Shield.

**Resumo:** Roedores invasores na Guiana Francesa: uma visão geral *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* e *R. rattus* (Murinae: Muridae). Considerando que os roedores muríneos têm sido muito frequentemente negligenciados nos inventários da fauna neotropical, uma síntese sobre a presença do camundongo, do rato-preto e da ratazana foi feita para a Guiana Francesa. Nós nos baseamos em espécimes preservados em museus, em animais capturados e posteriormente soltos, em fragmentos identificados oriundos de regurgitos da coruja suindara (*Tyto alba*) e em registros visuais de naturalistas experientes. Os dados em conjunto permitiram documentar a presença de, pelo menos, um Murinae invasor em 31 localidades ao longo do país. A maioria das observações e/ou capturas ocorreu em áreas costeiras do norte, onde a grande maioria das vilas e cidades se localizam. Todas as três espécies de muríneos foram encontradas juntas apenas em duas localidades (Sinnamary e Cayenne), enquanto globalmente a espécie mais frequente foi *Rattus rattus*, seguida de *Mus musculus*, e finalmente *R. norvegicus*. Os muríneos invasores foram também encontrados em cinco ilhas costeiras, além de que o camundongo foi capturado em um campo de mineração de ouro isolado no centro do país. Dados biométricos são disponibilizados caracterizando algumas variáveis externas e crânio-dentais de *M. musculus* e *R. rattus*. O material abundante nos regurgitos de coruja indica que ambas as espécies de *Rattus* podem ser facilmente reconhecidas através de valores não sobrepostos de comprimentos dos molares superiores ou inferiores.

**Palavras-Chave:** Guiana Francesa; Roedores invasores; Distribuição; Escudo das Guianas.

## INTRODUCTION

Many species of plants, microbes, and animals have been introduced around the world. Species are considered “alien” or “invasive” when they are not native to an area, but become established and cause, or are likely to cause, economic or environmental harm or harm to human health. Such is the case for three species of murine

rodents (Murinae: Muridae) in French Guiana – and throughout the Americas: the House mouse *Mus musculus* Linnaeus, 1758, the Black rat (or Roof rat) *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758), and the Norway rat (or Brown rat) *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769). These vertebrate species were introduced inadvertently, by early explorers of the New World who arrived with their ships infested with rats and mice, which as a result, have colonized much



of the Americas (Wittmer & Pitt, 2012). Some time after the discovery of the Guianas by the Spanish, *R. rattus* and *M. musculus* may have been introduced to French Guiana, first by ships entering the littoral areas of Cayenne and/or Saint-Laurent du Maroni. The introduction of *R. norvegicus* most likely is from a later date, probably around the second half of the 18th century (Husson, 1978).

As invasive species, murine rodents are particularly problematic because they have many characteristics that make them very effective invaders (Aplin *et al.*, 2011), as they have adapted to several life-styles: terrestrial, semi-aquatic, and arboreal. Several types of damage have been caused by rodent introductions throughout the Americas (Wittmer & Pitt, 2012); the substantial and worldwide loss of human food, both crops in field and stored foodstuffs, has been documented in a few reviews (Meerburg *et al.*, 2009; Wittmer & Singleton, 2011). In addition to consuming human foodstuffs, murine rodents also contaminate much more stored food through high levels of defecation and urination.

The three murine invasive species are reservoirs for epidemic transmission of many zoonotic pathogens of public health importance, transmitting several diseases to humans and livestock (Meerburg *et al.*, 2009). Specifically, so far, the two following pathogens have been evidenced in French Guianan murines: lymphocytic choriomeningitis mammarenavirus (family Arenaviridae) in *M. musculus* (Lavergne *et al.*, 2016); and leptospirosis (spirochetes bacteria *Leptospira interrogans* serovar Copenhageni) in urban *R. norvegicus* (Duchassin *et al.*, 1965).

Norway rats are originally native to northern China (Musser & Carleton, 2005). Records show that the first sighting of *R. norvegicus* in the New World occurred in the 1770's as ship stowaways (Puckett *et al.*, 2016). The Norway rat is closely tied to human settlements, and is essentially terrestrial, with much burrowing activity near artificial watercourses (Corbet, 1991).

*Rattus norvegicus* is the cause of extensive economic damage to farms, food products, industries, and households. In relation to public health, this species is a reservoir for important zoonotic pathogens (Costa *et al.*, 2014) such as bacteria (e.g., *Leptospira interrogans*), viruses (e.g., Seoul virus), and helminths (e.g., *Capillaria hepatica* Bancroft, 1893). Reproductive capacity of Norway rats can be very high in tropical urban areas, such as in the city of Salvador (Bahia state, Brazil) where Panti-May *et al.* (2016) examined 106 pregnant females and found a median number of 10 embryos. Furthermore, their study provided an estimate of ca. 37 days between two consecutive litters, and that throughout the whole year. Panti-May *et al.* (2016) compared their data with those from the temperate locality of Baltimore (Maryland, USA), and found that the Brown rats of Salvador have a much higher fecundity.

*Rattus rattus* is found on all continents of the earth. Although the species is believed to be native to India and possibly other Indo-Malayan countries, it has been introduced through human travel overseas to all continents (Aplin *et al.*, 2011). *R. rattus* are designed by several vernacular names: Ship rats, House rat, Black rat,

and Roof rat. Whereas Norway rats seem limited to urban areas, the Black rats readily adapt to field and forest habitats in some tropical and semi-tropical areas (Wittmer & Pitt, 2012) causing damage to orchard, grain, and sugarcane crops. Because of their arboreal nature, Roof rat can prey on adult birds, nestlings, and eggs under some circumstances (Niethammer & Krapp, 1978).

*Mus musculus* may have originally been distributed from the Mediterranean region to southwestern China, but it has now been spread throughout the world by humans (Musser & Carleton, 2005) and generally lives in close association with humans – in houses, barns, granaries, etc. (Corbet, 1991). House mice cause many types of damage (Timm, 1994; Wittmer & Jojola, 2006), and a major concern is the consumption and contamination of stored foods.

Despite the ecological and public health impacts of House mice and of Black and Norway rats in shantytowns worldwide, there is a paucity of data describing the population dynamics of invasive rats and mice in urban landscapes. Ecological studies evaluating murine demography have before all been limited to temperate urban environments of the Northern Hemisphere, but some studies in the Neotropics have recently appeared (Panti-May *et al.*, 2016).

Murine rodents are considered to be universal carriers of *Leptospira*, which are spirochaete bacteria which can induce leptospirosis – a systemic disease of humans and domestic animals (Costa *et al.*, 2014). Mice and rats harbor the spirochetes in their renal tubules and spread them to the surrounding environment through contaminated urine (Petrakovsky *et al.*, 2014). In the city of Cayenne (French Guiana) and its bordering slum communities, Duchassin *et al.* (1965) have caught and analyzed 152 *R. norvegicus* for a human-health study of leptospirosis; they found 51 rats positive for leptospirosis, of which 31 samples were confirmed through molecular identification. According to Epelboin *et al.* (2016), leptospirosis has a yearly prevalence of 5 to 40 human cases per 100'000 people in French Guiana – and its main reservoir is the Brown rat. Similar values were found in a Brown rat population from the Brazilian city of Salvador, where de Faria *et al.* (2008) noticed that 80% of 142 *R. norvegicus* were positive for the culture of *Leptospira interrogans*, and that 68% of the rats had a high titer in their serum for these pathogenic spirochetes.

Thus, the objectives of this work are to gather the different kinds of data (museum's specimens, bona fide observations, barn owl diet analysis) concerning the three species of invasive murine rodents at the geographic scale of French Guiana, in order to ascertain their distribution and their abundance relative to each other and to the native fauna of small rodents. We also take the opportunity of this new materials for presenting some reproductive and morphometric data characterizing these non-indigenous rodents, and these data will complement those known for an other Guianan country, namely Suriname (Husson, 1978). Regarding human health aspects, a better knowledge of the basic ecology of these pests is essential to formulate effective rodent control strategies.

## MATERIALS AND METHODS

We used different sources of data for drawing the general picture of the three invasive Murinae in French Guiana.

- Specimens caught and preserved by scientists and various collectors, including specimens caught, ear-biopsied for molecular typing, and then released or discarded after euthanasy. Abbreviations for institutions housing specimens are: MHNG = Museum d'Histoire Naturelle de la ville de Genève (Geneva); MNHN = Museum National d'Histoire Naturelle (Paris); ISEM-V = Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier, Montpellier University (Montpellier).
- Observations from well-trained amateur naturalists, sometimes accompanied by photographs; although observations were haphazardly acquired (*i.e.*, not the product of systematic surveys or focused searches), most are accompanied by a sufficiently detailed description of the animal(s) such that identifications could be made with confidence.
- Skulls extracted from owl pellets (mostly: *Tyto alba*, but also *Pulsatrix perspicillata*), and whose identification followed Baglan & Catzefflis (2016). All bone fragments and skulls used in this study are preserved at the author's affiliation laboratory. Batches of owl pellets containing remains of murine rodents together with other small vertebrates come from four localities (from west to east): Awala-Yalimapo (506 birds and mammals extracted and identified); Sinnamary (646); Macouria (27); and Cayenne (49).

Standard external measurements (Head and Body Length; Tail Length; Hind Foot Length without claws; Ear Length) were those recorded by the collectors. Only sub-adult and adults were considered, *i.e.*, animals with all three molars fully erupted (Niethammer & Krapp, 1978). Cranial and dental measurements were taken as described by Voss *et al.* (2001: 73-75). As samples of wild-caught murines had never been studied before in the Guianas, I tested for sexual dimorphism in a few external and cranio-dental characters for *Rattus rattus* and *Mus musculus*. The retained variables are Head and Body Length; Tail Length; Hind Foot length (without claws); Ear length; Weight; Condyle-Incisor Length; Zygomatic Breadth; Length of Nasals; Length of Upper Molars; Cranial Depth (vertical distance from ventral margin of bulla to top of cranium). Statistical analysis and comparisons used parametric (t-tests) and non-parametric (Mann-Whitney tests) tests available in the software PAST (Paleontological Statistics: Hammer *et al.*, 2011).

Most specimens of Murinae caught in French Guiana were from anecdotal samplings (*i.e.*, not the product of systematic surveys or focused searches), with two exceptions (Cacao; Trois-Paletuviers). There, traps (Sherman and/or wire mesh cages) were set with the main aim of sampling *R. rattus* (in an agricultural estate at Cacao;

04°34'28"N; 52°27'11"W) or *M. musculus* (in a small village at Trois-Paletuviers: 04°04'00"N; 51°39'40"W). At Cacao, sampling efforts amounted to 1136 trap-nights for 15 nights (5 to 10 traps/night) between 2007 and 2012; at Trois-Paletuviers, sampling amounted to 871 trap-nights during part of June and July 2013 (80 to 100 traps/night).

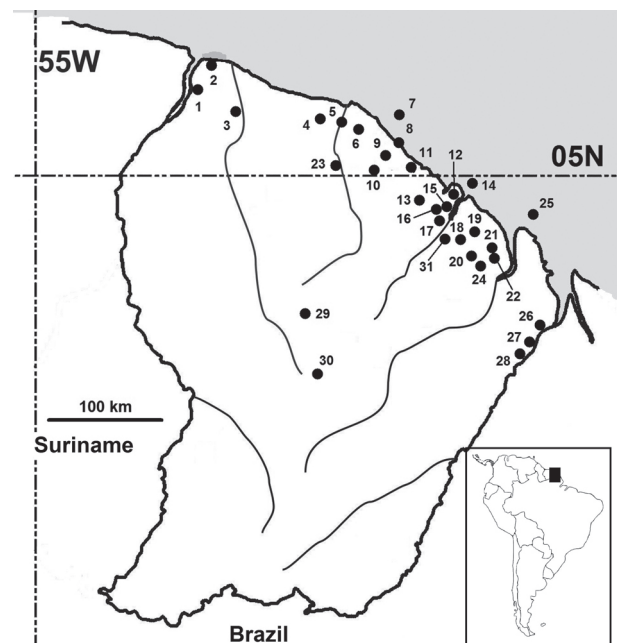
## RESULTS

Our database has 184 records of murines in French Guiana: 163 caught individuals (see Appendix-1) and 21 observations. The most frequent species is *R. rattus* (n = 92 data), followed by *M. musculus* (n = 83), and finally *R. norvegicus* (n = 9).

The analysis of owl-pellets materials from 4 localities yields 51 *R. norvegicus*, 38 *R. rattus*, and 6 *M. musculus*. Results are presented by decreasing frequency of each taxon.

- Black rats (*Rattus rattus*) – *R. rattus* has been caught in 17 localities, ranging from Awala-Yalimapo in the north-west littoral to Saut Maripa (municipality of Saint-Georges de l'Oyapock) in the north-east (Figure 1 and Appendix-2).

A series of 22 full grown (sub-adults and older) animals caught in a small-scale farming estate near Cacao (municipality of Roura) will serve to document some external and skull metrics (Table 1). Mann-Whitney and t-tests each indicate no support ( $p > 0.10$ ) for sexual dimorphism in French Guianan Black rats, and this conforms with what is known in Europe (Niethammer



**Figure 1:** map of French Guiana with 31 localities where invasive murines have been evidenced through caught specimens and/or bona-fide visual observations and/or cranial remains from owl pellets. Appendix-2 lists all localities numbered 1 to 31, with details on the presence of each murine species in every locality.



**Table 1:** External and skull measurements (in mm; weight in g) for 22 subadults and/or adult specimens of *Rattus rattus* from Cacao (municipality of Roura). Mann-Whitney and t-tests each indicate no support ( $p > 0.10$ ) for sexual dimorphism. Abbreviations: HBL = Head and Body Length; TL = Tail Length; HF = Hind Foot length (without claws); Ea = Ear length; We: Weight; CIL = Condylar-Incisor Length; ZB = Zygomatic Breadth; LN = Length of Nasals; LM = Length of Upper Molars; CD = Cranial Depth (vertical distance from ventral margin of bulla to top of cranium). N = sample size.

| Females | HBL   | LT    | HF   | Ea   | We    | CIL  | ZB   | LM  | LN   | CD   |
|---------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-----|------|------|
| Mean    | 165.7 | 209.8 | 32.7 | 23.8 | 121.8 | 36.7 | 18.8 | 6.1 | 13.5 | 13.7 |
| min     | 133.0 | 177.0 | 30.0 | 22.0 | 60.0  | 31.6 | 17.6 | 5.8 | 12.3 | 13.0 |
| max     | 191.0 | 237.0 | 35.0 | 28.0 | 190.0 | 40.9 | 20.0 | 6.6 | 15.0 | 14.8 |
| N       | 11    | 11    | 11   | 11   | 11    | 11   | 7    | 11  | 7    | 7    |
| Males   | HBL   | LT    | HF   | Ea   | We    | CIL  | ZB   | LM  | LN   | CD   |
| Mean    | 165.6 | 196.8 | 32.6 | 23.1 | 106.0 | 35.7 | 18.5 | 6.1 | 13.4 | 13.9 |
| min     | 133.0 | 172.0 | 30.0 | 21.0 | 48.0  | 31.0 | 17.0 | 5.9 | 11.2 | 12.7 |
| max     | 198.0 | 217.0 | 35.0 | 25.0 | 170.0 | 40.5 | 20.3 | 6.4 | 15.4 | 15.0 |
| N       | 11    | 11    | 11   | 11   | 11    | 11   | 7    | 11  | 9    | 9    |

**Table 2:** External and skull measurements (in mm; weight in g) for 22 subadults and/or adult specimens of *Mus musculus* from three localities (see text). Mann-Whitney and t-tests each indicate that females are larger ( $p < 0.05$ ) than males for three variables: HBL, CIL, and LN. Abbreviations as for Table 1.

| Females | HBL  | LT   | HF   | Ea   | We   | CIL  | ZB   | LM  | LN  | CD  |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| Mean    | 84.2 | 82.8 | 16.3 | 13.8 | 15.4 | 19.7 | 10.8 | 3.0 | 7.7 | 7.4 |
| min     | 76.0 | 76.0 | 15.0 | 13.0 | 11.0 | 18.5 | 10.4 | 2.9 | 7.1 | 7.0 |
| max     | 95.5 | 91.0 | 17.0 | 14.5 | 19.0 | 20.8 | 11.4 | 3.4 | 8.3 | 7.8 |
| N       | 12   | 12   | 12   | 12   | 10   | 11   | 10   | 12  | 6   | 6   |
| Males   | HBL  | LT   | HF   | Ea   | We   | CIL  | ZB   | LM  | LN  | CD  |
| Mean    | 75.9 | 82.4 | 16.6 | 13.3 | 12.7 | 19.0 | 10.4 | 3.0 | 7.0 | 7.1 |
| min     | 69.0 | 75.0 | 15.5 | 12.0 | 10.0 | 17.6 | 9.8  | 2.8 | 6.4 | 6.8 |
| max     | 80.0 | 91.0 | 18.0 | 14.0 | 14.5 | 20.1 | 10.9 | 3.5 | 7.6 | 7.5 |
| N       | 10   | 9    | 10   | 10   | 8    | 10   | 10   | 10  | 9   | 7   |

**Table 3:** Dental measurements (length of molars at crown) in sympatric *R. norvegicus* (above) and *R. rattus* (below) skull remains extracted from owl pellets (localities of Cayenne and Sinnamary). Mann-Whitney and t-tests each indicate that *R. norvegicus* is larger ( $p < 0.001$ ) than *R. rattus* for all 6 variables. Abbreviations: M1, M2, M3 for upper molars; m1, m2, m3 for lower molars; SD = Standard-Deviation; N = sample size.

|                                 | M1M3 | M1M2 | M1   | m1m3 | m1m2 | m1   |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b><i>Rattus norvegicus</i></b> |      |      |      |      |      |      |
| Mean                            | 6.95 | 5.38 | 3.32 | 7.07 | 5.17 | 3.06 |
| SD                              | 0.14 | 0.11 | 0.08 | 0.25 | 0.11 | 0.07 |
| min                             | 6.7  | 5.2  | 3.2  | 6.7  | 5.0  | 3.0  |
| max                             | 7.2  | 5.6  | 3.5  | 7.5  | 5.5  | 3.2  |
| N                               | 16   | 19   | 19   | 9    | 18   | 17   |
| <b><i>Rattus rattus</i></b>     |      |      |      |      |      |      |
| Mean                            | 6.00 | 4.61 | 2.88 | 6.25 | 4.59 | 2.70 |
| SD                              | 0.31 | 0.28 | 0.13 | 0.27 | 0.19 | 0.13 |
| min                             | 5.6  | 4.0  | 2.6  | 5.8  | 4.3  | 2.5  |
| max                             | 6.5  | 5.2  | 3.1  | 6.7  | 4.9  | 2.9  |
| N                               | 16   | 20   | 18   | 11   | 18   | 16   |

**Table 4:** Rodents species caught in four localities where an invasive Murinae has been found in sympatry with indigenous species. Sampling-effort = traps × nights.

| Locality                         | Awala-Yalimapo | Angoulême (Mana) | Cacao | Kaw  |
|----------------------------------|----------------|------------------|-------|------|
| Sampling Effort                  | 1899           | 3401             | 1136  | 1110 |
| Individuals total                | 66             | 34               | 46    | 16   |
| <i>Didelphidae</i> spp.          | 33             | 4                | 9     | 2    |
| <i>Holochilus sciureus</i>       | —              | —                | —     | 2    |
| <i>Hylaeamys megacephalus</i>    | —              | —                | 3     | —    |
| <i>Mesomys hispidus</i>          | 2              | —                | 2     | —    |
| <i>Mus musculus</i>              | —              | —                | —     | 10   |
| <i>Nectomys rattus</i>           | —              | —                | —     | 1    |
| <i>Oecomys auyantepui</i>        | 4              | 2                | —     | —    |
| <i>Oligoryzomys delicatus</i>    | —              | —                | —     | 1    |
| <i>Proechimys cuvieri</i>        | 10             | 12               | 2     | —    |
| <i>Proechimys guyannensis</i>    | 9              | 7                | —     | —    |
| <i>Rattus rattus</i>             | 1              | 9                | 27    | —    |
| <i>Rhipidomys nitela</i>         | —              | —                | 2     | —    |
| <i>Zygodontomys brevicaudata</i> | 7              | —                | 1     | —    |





& Krapp, 1978) and elsewhere. Measurements from this study compare well with those provided by Husson (1978: tables 87 and 88) for Suriname.

Unpublished data by Colin Niel and Cecile Richard-Hansen indicate that on the island of Ilet la Mère (ca. 7 km offshore from Cayenne) the Black rats are the commonest caught non-volant terrestrial rodents. There, in September 2001, C. Niel and C. Richard-Hansen sampled 250 full-grown individuals, of which 130 females and 120 males (sex-ratio not different from equilibrium: Chi-square test); the only other animal caught was a four-eyed grey opossum (*Philander opossum* [Linne, 1758]) (C. Niel, pers. comm., october 2001). Black rats are also known on two other islands: Ile du Diable (15 km offshore from Kourou) and Ilet le Pere (ca. 6 km offshore from Cayenne).

At Cacao, traps were set in one small lodge and in two nearby wooden shanty (for keeping agricultural tools and gear) dispersed through an agricultural estate mixing fruit trees (mainly rambutan: *Nephelium lappaceum*; orange: *Citrus × sinensis*) and traditional vegetables (lettuce, cucumbers, Chinese cabbage). After a sampling effort of 1136 trap-nights interspersed between 2007 and 2012 (15 days per year), 46 non-volant small mammals have been caught, of which 27 Black rats (15 females, 12 males). The 27 *R. rattus* specimens represented two colour forms with regards to the ventral side: three had pure self-white belly (colour form “*frugivorus*”: see Husson, 1978: 501), and 23 had a gray-blackish belly (colour forms “*alexandrinus*” and “*rattus*”: Husson, 1978: 493-499); finally, one individual looked like an hybrid with a mixture of ventral hairs: some self-white and others gray-based.

Reproductive data for the Cacao sample include 4 pregnant females (with 3, 4, 9 and 12 embryos) and 2 other lactating females; there were four very young individuals (weights between 42 and 48 g, only two upper molars); and 4 males with well apparent scrotum (testes measuring 11-12 by 20-22 mm).

The Black rats have been evidenced in each of the four samples of owl pellets: *R. rattus* is the sole Murinae species at Awala-Yalimapo (13 rats out of 277 rodents) and at Macouria (1 rat out of 10 rodents). Elsewhere, Black rats have been found with the two other murines, with abundances ranging from 2% (out of 646 vertebrate preys at Sinnamary) to 29% (out of 49 preys at Cayenne).

b) *Mus musculus* – The House mouse has been caught in 16 localities, ranging from Saint-Jean du Maroni in the northwest to Trois-Palétuviers (municipality of Saint-Georges de l’Oyapock) in the north-east (Figure 1 and Appendix-2). *M. musculus* was observed in two additional localities: an inhabited house in the village of Awala-Yalimapo, and the warehouses and technical buildings of Petit-Saut hydroelectric dam (municipality of Sinnamary). Of interest is one isolated locality (Sophie: number 29 on Figure 1) in the center of French Guiana. Sophie is a small gold-mining camp (just a few wooden lodges), which was in full activity in the early

1960’s, at the time (06 September 1962) when one specimen was collected by René Chauvancy and preserved as MNHN-1966-5. *M. musculus* has also been found onto Ile du Grand Connetable, an offshore island ca. 18 km from the mouth of Approuague river (municipality of Regina).

As part of an investigation program on the diversity of viruses hosted by rodents, 37 *M. musculus* were collected in different types of man-made environments (Lavergne *et al.*, 2016). Most of them (n = 20) came from a small Amerindian village (Trois Palétuviers) located along the Oyapock River at the Brazilian border (see below), while the others (n = 17) came from the urban and periurban areas of Cayenne including its neighboring cities. Two House mice caught in 2013 in a small residential house (municipality of Rémire-Monjoly) were harboring the lymphocytic choriomeningitis mammarenavirus (family Arenaviridae), as detailed in Lavergne *et al.* (2016).

At the small village of Trois Palétuviers, Sherman traps and wire-mesh traps were set in and below 11 traditional houses and their nearby outdoor kitchen, both at ground level and at some height onto the half-timbered beams. *M. musculus* was caught in 8 houses, always indoor, for a total of 20 individuals (10 females; 10 males) after a sampling-effort of 871 trap-nights during 10 consecutive days (28 June to 08 July, 2013).

We use 22 full-grown (all three upper molars functional) specimen of *M. musculus* (12 females; 10 males) for providing metrics variability (Table 2) in selected external and skull variables; these animals come from Cacao (five ind.), Kaw (seven), and Trois-Palétuviers (10). Mann-Whitney and t-tests each indicate that females are larger (p < 0.05) than males for three variables: Head and Body Length; Condylar-Incisor length; and length of Nasals. These observations conform to what is known elsewhere (Corbet & Harris, 1991). Measurements from this study compare well with those provided by Husson (1978: table 90) for Suriname.

Reproductive data concern 9 females with embryos (range 1 to 7, average 3.8 embryos/female) caught in June and July in the localities of Cacao and of Trois-Palétuviers.

House mice were rarely found in pellets: only 6 individuals out of 843 rodents: 5 *M. musculus* at Cayenne (out of 49 preys), and 1 single individual at Sinnamary, from a total of 646 vertebrates.

c) *Rattus norvegicus* – The Norway rat is known from only three localities: Sinnamary (from owl pellets), Cayenne (from specimens and owl-pellets), and Ile du Grand Connetable (from specimens and visual observations) (Figure 1 and Appendix-2).

*Rattus norvegicus* is the commonest murine found in owl pellets remains: 51 individuals were identified in the localities of Cayenne and Sinnamary, out of a total of 95 Murinae. Besides the qualitative characters depicted in classical treatises (Niethammer & Krapp 1978,



Corbet & Harris 1991) for recognizing each species of *Rattus* through their skull characteristics, the two rats also differ in crown-length of their upper and lower molars, as shown in Table 3 for materials originating from French Guianan owl pellets. Although our sample sizes are still rather small, it appears that there is almost no overlap in measurements between the two species, and this provides an easy way to identify each *Rattus* species in the course of rodent control experiments by health authorities.

- d) Invasive Murinae and indigenous rodents – There are four localities where sampling in and nearby human settlements yielded *R. rattus* or *M. musculus* and other native rodents: at Awala-Yalimapo, a coastal Amerindian village of dispersed houses among fragments of highly degraded forest; at Angoulême, in an agricultural landscape of mainly pastures bordered by secondary forests; at Cacao, in an agricultural domain, bordered by secondary forests; and at Kaw, a village of concrete houses surrounded by large marshes and tiny fragments of secondary forests. Sampling used Sherman traps and wire-mesh traps set within a radius of 0.5 km, and Table 4 indicates the sampling-effort (traps × nights) and the numbers of the various species caught. Besides *R. rattus* or *Mus musculus*, there were between 3 (Angoulême; Kaw) and 5 (Awala; Cacao) species of native rodents. Table 4 thus lists 3 cases evidencing that *Proechimys* spp. and *R. rattus* can co-exist in French Guiana.

At Trois-Palétuviers, *Mus musculus* was the sole species caught in and near the traditional houses, whereas the nearest rodents (*Nectomys rattus* [Pelzeln, 1883]) were definitely outside the human settlements, in the secondary forests and grassy marshes bordering the village.

## DISCUSSION

French Guiana is a French department located on the northeastern coast of the South American continent, where primary and/or mature secondary forests cover more than 90% of its territory (Gond *et al.*, 2011). Sampling non-volant small mammals within the large tracks of interior forests has never evidenced any invasive murine (Catzefflis *et al.*, 2014; Voss *et al.*, 2001) caught far away from a human settlement, and that situation is far better than in other tropical countries like Madagascar where Black rats have invaded the forests and jeopardized the populations of native nesomyine rodents (Goodman, 1995). Brito & Ojala-Barbour (2014) report one isolated *Rattus rattus* caught in pristine rainforest of Sangay National Park, in Ecuador. In neighbor Suriname, the same three invasive Murinae are present (Husson, 1978), with a similar distribution as in French Guiana: *Mus musculus* and *R. rattus* are more widely distributed than *R. norvegicus*, this latter being confined to

large cities along the coast. In both countries, no official measures to control these pest species have so far been taken by authorities. Nevertheless, there are numerous Surinamese localities (Amerindian and/or Bush-Negroes settlements) of the interior of the country with known specimens of *R. rattus* (see pages 494 to 500 in Husson, 1978), whereas in French Guiana the few localities from the interior (such as Saül; Camopi; or Maripasoula) apparently do not host the Black rat.

In neighbor Brazilian state Amapá, few data are available regarding the three invasive murines: de Carvalho (1962) mentions one *R. rattus* specimen from the city of Oiapoque (right bank of Rio Oiapoque); the Environmental Assessment study (Ecotumucumaque, 2013) for the hydroelectric dam near Ferreira Gomes mentions that *R. norvegicus* was caught at the bridge over Rio Araguari (1 km west from the city of Ferreira Gomes). Elsewhere in Brazil, a study conducted in the slum communities (favelas) around the city of Salvador (state of Bahia) by Panti-May *et al.* (2016) indicates that *R. norvegicus* is the dominant species (90% out of 893 small non-volant mammals) in that urban environment, with the remaining being large opossums (9% *Didelphis aurita* [Wied-Neuwied, 1826]) and 1% of Black rats.

In French Guiana, as in Suriname (Husson, 1978), the Black rats show a polymorphism of ventral colors, and the most frequent pelage type (23 out of 27 individuals from Cacao) is with gray-based ventral hairs. In Suriname, Husson (1978) lists 8 localities where both (white versus gray) color forms co-exist: 23 specimens with white belly as opposed to 45 animals with gray venter. For the two species (*R. rattus* and *M. musculus*) for which we have a small series of preserved individuals from French Guiana, the size (external and cranio-dental variables) of animals from French Guiana does not differ (data not shown) from what has been measured in Suriname by Husson (1978).

Black rats might live in sympatry with native rodents in rare occasions, as indicated on Table 4 for the localities Awala-Yalimapo, Angoulême, and Cacao. In Suriname, Husson (1978: 492) noted that *R. rattus* “in many localities [it] has replaced *Proechimys* as the house rat of the native settlements”.

The two species of rats are found in sympatry in only two French Guianan localities (Sinnamary; Cayenne), but we caution that this should be considered very preliminary as there has been no adequate sampling in other coastal cities such as Saint-Laurent du Maroni or Kourou. In Suriname, Husson (1978) lists four localities where specimens of both species of *Rattus* have been collected.

Much remains to be learned from the three species of invasive murine rodents: a research priority is to sample for mice and rats in and near the localities of the interior: Camopi, Saul, Maripasoula. Amerindian settlements in the Maroni basin (villages such as Elaé, Cayodé, Taluhen) merit further inquiry, following the surveys made by Catzefflis (2012) at Trois-Sauts (upper Oyapok basin) who evidenced many species of indigenous rodents living in villages, but none invasive murine. Also



one should investigate for the presence of the Brown rat in the urban communities and near the man-made piers and jetties along the littoral: the harbors of Pariacabo at Kourou and of Port de l'Ouest at Saint-Laurent-du Maroni, as well as cities along major rivers such as Regina or Mana.

In conclusion, while invasive rodents will continue to pose challenges to land and resource managers as well as to human health authorities, they can be controlled or even eradicated with a well-planned and adequately-supported effort using rodenticides and other tools. With proper planning, non-target losses should be minimal if precautions are taken to avoid negative consequences to native rodents and other indigenous vertebrates. This paper has brought the first overview of the status of invasive murine rodents in French Guiana, showing that in some localities invasive and indigenous rodents might co-exist – but for how long?

### ACKNOWLEDGEMENTS

I thank the curators and their staff for welcoming my visits to their institution: Christiane Denys and Jacques Cuisin, at Paris MNHN; Manuel Ruedi, Laurent Vallotton, and Michel Gillioz, at Geneva MHNG. Benoit de Thoisy shared his valuable field-collected materials; Colin Niel and Cécile Richard-Hansen provided unpublished data on insular Black rats. Nilton Caceres very kindly translated the abstract into Brazilian Portuguese. I thank Olivier Claessens for processing a request of “Faune-Guyane” database on 12 september 2017, which yielded 4 interesting Black rats observations provided by Marine Perrier, Jean-Pierre Pol, Mathilde Segers, and Vincent Tanqueray. The comments and suggestions made by two anonymous reviewers and the associate-editor have been much appreciated – heartfelt thanks! Field work at Cacao was funded by the French Agence Nationale de la Recherche under contract 2006-SEST-20-01 attributed to Th. De Meeus. Funding for field work at Trois-Paletuviers was provided by Réseau des Observatoires Hommes-Milieus (OHM-Oyapok APR 2013) attributed to F. Catzefflis. This work has benefited from an “Investissements d'Avenir” grant managed by Agence Nationale de la Recherche (CEBA, ref. ANR-10-LABX-25-01).

### REFERENCES

- Aplin KP, Suzuki H, Chinen AA, Chesser RT, ten Have J, and 18 authors. 2011. Multiple geographic origins of commensalism and complex dispersal history of Black rats. *PLoS ONE* 6(11): e26357. doi:10.1371/journal.pone.0026357.
- Baglan A, Catzefflis F. 2016. Barn owl pellets collected in coastal savannas yield two additional species of small mammals for French Guiana. *Mammalia* 80: 91-95. https://doi.org/10.1515/mammalia-2014-0120.
- Brito J, Ojala-Barbour R. 2014. Presencia de la rata invasora *Rattus rattus* (Rodentia: Muridae) en el Parque Nacional Sangay, Ecuador. *Therya* 5: 323-329. http://dx.doi.org/10.12933/therya-14-190.
- Catzefflis F. 2012. A survey of small non-volant mammals inhabiting Wayampi Amerindian houses in French Guiana. *Mammalia* 76: 327-330. https://doi.org/10.1515/mammalia-2011-0101.
- Catzefflis F: Invasive Murinae in French Guiana
- Catzefflis F, Barrios S, Szpigel J-F, de Thoisy B. 2014. Marsupiaux et Rongeurs de Guyane. Institut Pasteur de la Guyane, Cayenne, Guyane française.
- Corbet GB, Harris S. 1991. The Handbook of British Mammals. Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK.
- Costa F, Helena Porter F, Rodrigues RG, Farias H, Tucunduva de Faria M, Wunder EA, Osikowicz LM, Kosoy MY, Galvão Reis M, Ko AI, Childs JE. 2014. Infections by *Leptospira interrogans*, Seoul Virus, and *Bartonella* spp. among Norway Rats (*Rattus norvegicus*) from the urban slum environment in Brazil. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 14: 33-40. http://doi.org/10.1089/vbz.2013.1378.
- de Carvalho CT. 1962. Lista preliminar dos mamíferos do Amapá. Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia de São Paulo, São Paulo 15: 283-297.
- de Faria MT, Calderwood MS, Athanazio DA, McBride AJ, Hartskeerl RA, Pereira MM, Ko AI, Reis MG. 2008. Carriage of *Leptospira interrogans* among domestic rats from an urban setting highly endemic for leptospirosis in Brazil. *Acta Tropica*. 108: 1-5. DOI: 10.1016/j.actatropica.2008.07.005.
- Duchassin M, Lataste-Dorolle C, Silverie CR. 1965. Indice d'infection par *L. icterohaemorrhagiae* du rat de Cayenne. Quelques aspects épidémiologiques des leptospiroses en Guyane française. *Bulletin Société Pathologies Exotiques Filiales* 58: 170-176.
- ECOTUMUCUMAQUE. 2013. Plano Básico Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Cachoeira Caldeirão. Volume III – Programa meio socioeconômico: Amapá, 2013.
- Epelboin L, Chroboczek T, Mosnier E, Abboud O, Adenis A, Blanchet D, Demar M, Guiraud N, Douine M, Mahamat A, Aznar C, Nacher M, Coupié P, Carme B, Djossou F. 2016. L'infectiologie en Guyane: le dernier bastion de la médecine tropicale française. *La Lettre de l'Infectiologue* 31: 136-168. http://www.hal.inserm.fr/inserm-01407150.
- Gond V, Freycon V, Molino J, Brunaux O, Ingrassia F, Joubert P, Pikel J, Prevost M, Thierron V, Trombe P, Sabatier D. 2011. Broad-scale spatial pattern of forest landscapes types in the Guiana shield. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 13: 357-367. https://doi.org/10.1016/j.jag.2011.01.004.
- Goodman SM. 1995. *Rattus* on Madagascar and the dilemma of protecting the endemic rodent fauna. *Conservation Biology* 9: 450-453. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1995.9020450.x.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2011. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9. http://palaeo-electronica.org/2001\_1/past/issue1\_01.htm.
- Husson AM. 1978. The mammals of Suriname. E. J. Brill, Leiden.
- Lavergne A, de Thoisy B, Tirera S, Donato D, Bouchier C, Catzefflis F, Lacoste V. 2016. Identification of lymphocytic choriomeningitis mammarenavirus in house mouse (*Mus musculus*, Rodentia) in French Guiana. *Infection, Genetics and Evolution* 37: 225-230. DOI: 10.1016/j.meegid.2015.11.023.
- Meerburg BG, Singleton GR, Leirs H. 2009. The Year of the Rat ends – time to fight hunger. *Pest Management Science* 65: 351-352. DOI: 10.1002/ps.1718.
- Musser GG, Carleton MD. 2005. Superfamily Muroidea. Pp. 894-1531, In: Wilson DE, Reeder DM (Eds.), *Mammal species of the world. A taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Niethammer J, Krapp F. 1978. *Handbuch der Säugetiere Europas*. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, Germany.
- Panti-May JA, Carvalho-Pereira TSA, Serrano S, Pedra GG, Taylor J, Pertile AC. 2016. A two-year ecological study of Norway Rats (*Rattus norvegicus*) in a Brazilian urban slum. *PLoS ONE* 11: e0152511. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152511.
- Petrakovsky J, Bianchi A, Fisun H, Nájera-Aguilar P, Pereira MM. 2014. Animal Leptospirosis in Latin America and the Caribbean Countries: Reported Outbreaks and Literature Review (2002-2014). *International Journal Environmental Research Public Health* 11: 10770-10789. DOI: 10.3390/ijerph111010770.
- Puckett EE, Park J, Combs M, Blum MJ, Bryant JE, Caccone A, Costa F, Deinum EE, Esther A, Himsworth CG, Keightley PD, Ko A, Lundkvist A, McElhinney LM, Morand S, Robins J, Russell J, Strand TM, Suarez O, Yon L, Munshi-South J. 2016. Global population divergence and admixture of the brown rat (*Rattus norvegicus*). *Proceedings Royal Society B* 283: 20161762. DOI: 10.1098/rspb.2016.1762.



- Timm RM. 1994. House mice. Pp. B31-B36, in: Hygnstrom SE, Timm RM, Larson GE (Eds.), Prevention and Control of Wildlife Damage. University of Nebraska Cooperative Extension, Lincoln, Nebraska.
- Voss RS, Lunde DP, Simmons NB. 2001. The mammals of Paracou, French Guiana: A Neotropical lowland rainforest fauna. Part 2: Nonvolant species. Bulletin American Museum Natural History 263: 1-236. <http://hdl.handle.net/2246/386>.
- Witmer G, Jojola S. 2006. What's up with house mice? – a review. Pp. 124-130, In: Timm R, O'Brien J (Eds.), Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Vertebrate Pest Conference. University of California, Davis, California. [https://www.aphis.usda.gov/wildlife\\_damage/nwrc/publications/06pubs/witmer063.pdf](https://www.aphis.usda.gov/wildlife_damage/nwrc/publications/06pubs/witmer063.pdf).
- Witmer G, Pitt WC. 2012. Invasive Rodents in the United States: Ecology, Impacts, and Management. Pp. 47-75, In: Blanco JJ, Fernandes AT (Eds.), Invasive Species: Threats, Ecological Impacts and Control Methods. Nova Science Publishers, New York. [https://digitalcommons.unl.edu/icwdm\\_usdanwrc/1214](https://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/1214).
- Witmer G, Singleton G. 2011. Sustained Agriculture: The Need to Manage Rodent Damage. Pp. 1-38, In: Wager FC (Ed.), Agricultural Production. Nova Science Publishers, New York. [https://digitalcommons.unl.edu/icwdm\\_usdanwrc/1351](https://digitalcommons.unl.edu/icwdm_usdanwrc/1351).

Submetido em: 04/outubro/2017

Aceito em: 04/setembro/2018

## APPENDIX-1

### Specimens examined

Specimens are organized by species, by municipality (administrative unit), by locality, and by institution housing the materials. Abbreviation: OP stands for skull extracted from owl pellet. ISEM = Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier (France), MHNG = Museum d'Histoire Naturelle de Genève (Switzerland), MNHN = Museum National d'Histoire Naturelle (Paris, France).

*Mus musculus*: Cayenne: city of Cayenne: MNHN 1981-1047, 1986-183, 1986-184, 1986-257, 1986-258; Kourou: Montagne des Singes: MNHN-2001-1574; Macouria: national road RN1 at pK-35: MHNG 1990.030, 1990.040, 1990.041; Régina: island of Grand Connétable: MNHN 2013-11, 2013-12; Rémire-Montjoly: downtown village MHNG-1974.058; prison near N5 road: MNHN-2001-1333; Roura: village of Cacao: MHNG 1975.066, 1975.067, 1975.076, 1975.083, 1979.062, 1979.065, 1979.067, 1975.078; village of Kaw: ISEM V-1916, V-1923; MHNG 1939.076 to 1939.083; bridge over Comté river MHNG-1972.029; lodge of Réserve Naturelle Trésor MHNG-1975.022; house at Savane Galion MNHN-1986-258bis; Saint-Georges de l'Oyapock: village of Trois-Palétuviers MHNG 2013-1939 to 2013-1951; Saint-Laurent du Maroni: Saint-Jean du Maroni MNHN-1904-419; Saül: village of Saül: MHNG-1885.065; MNHN 1986-178 to 1986-182; gold-mining camp Sophie MNHN 1966-5; Sinnamary: downtown village MNHN 2001-1575.

*Rattus norvegicus*: Cayenne: city of Cayenne (OP): ISEM V-2344 to V-2346; Roura: house at Savane Galion MNHN-1981-165; Régina: island of Grand Connétable: MHNG-1975.025; Sinnamary: downtown village (OP): ISEM V-3040.

*Rattus rattus*: Mana: Angoulême along Mana river: ISEM V-1968, V-1976; MHNG-1939.084; MNHN 2004-325 to 2004-327; Awala-Yalimapo: downtown village: MNHN-2003-764, ISEM-V-2867; Cayenne: island Ile du Diable MNHN-2000-307; island Ilet la Mère MNHN 2001-2052 to 2001-2056; Macouria: bridge of Pont Larivot MNHN-2001-1388; Roura: agricultural domain near Cacao: MNHN 1994-114 to 1994-120; MHNG 1963.009, 1963.012, 1963.016, 1963.019, 1969.087, 1969.091, 1970.003, 1972.053 to 1972.062, 1975.030, 1975.042, 1975.052 to 1975.054, 1975.056 to 1975.058, 1975.069, 1975.077; bridge over Comté river MHNG-1975.029; downstream along River Mahury MNHN-1904-420; hen-roost farm along Nancibo road ISEM-V-1077, MHNG-1886.052, MNHN-2001-2235; Saint-Georges de l'Oyapock: downtown city MHNG-1954.057; Saut-Maripa along river Oyapock: MNHN 1981-399, 1981-400, 1981-410, 1981-411, 1981-602, 1982-104, 1982-603 to 1982-615; Saint-Laurent du Maroni: Saint-Jean du Maroni MNHN-1904-420; Sinnamary: Paracou MNHN-2001-1480; houses at Pointe Combi MHNG-1991.024.





## APPENDIX-2

List of localities. List of 31 French Guianan localities with invasive murine rodents evidenced through either caught and preserved specimens (s), and/or owl pellets remains (p), and/or through bona-fide observations (o). For each locality numbered 1 to 31 as in Figure 1: administrative unit (municipality), name of location, geographic coordinates in degrees-minutes-seconds.

| Locality number | <i>Mus musculus</i> | <i>Rattus norvegicus</i> | <i>Rattus rattus</i> | Municipality               | Locality                             | Latitude   | Longitude  |
|-----------------|---------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------|------------|
| 1               | s                   | —                        | —                    | Saint-Laurent du Maroni    | Saint-Jean-du-Maroni                 | 05°23'48"N | 54°04'53"W |
| 2               | o                   | —                        | p; s                 | Awala-Yalimapo             | Awala-Yalimapo: village              | 05°44'00"N | 53°54'00"W |
| 3               | —                   | —                        | s                    | Mana                       | Angoulême                            | 05°24'30"N | 53°39'20"W |
| 4               | —                   | —                        | o; s                 | Sinnamary                  | Pripris de Yivi                      | 05°27'30"N | 53°06'00"W |
| 5               | p; s                | P                        | p; s                 | Sinnamary                  | Sinnamary village                    | 05°23'00"N | 52°57'00"W |
| 6               | —                   | —                        | s                    | Sinnamary                  | Paracou                              | 05°16'31"N | 52°55'25"W |
| 7               | —                   | —                        | s                    | Cayenne                    | Ile du Diable, island of             | 05°17'00"N | 52°35'30"W |
| 8               | s                   | —                        | —                    | Kourou                     | Kourou: city                         | 05°09'00"N | 52°39'00"W |
| 9               | s                   | —                        | —                    | Kourou                     | Montagne des Singes                  | 05°04'00"N | 52°43'00"W |
| 10              | —                   | —                        | o                    | Kourou                     | pK-65 bridge over Crique Passoura    | 05°07'27"N | 52°43'55"W |
| 11              | s                   | —                        | p; s                 | Macouria                   | Macouria: RN1 pk-35                  | 05°00'28"N | 52°28'11"W |
| 12              | o;p; s              | p; s                     | p; s                 | Cayenne                    | Cayenne city and suburbs             | 04°56'35"N | 52°19'35"W |
| 13              | —                   | —                        | o                    | Macouria                   | near the zoo of Montsinery           | 04°56'51"N | 52°29'32"W |
| 14              | —                   | —                        | o                    | Cayenne                    | Ilet Le Père, island of              | 04°53'21"N | 52°10'56"W |
| 14              | —                   | —                        | s                    | Cayenne                    | Ilet La Mère, island of              | 04°53'21"N | 52°10'56"W |
| 14              | —                   | —                        | o                    | Cayenne                    | Ilets Dupont, islets of              | 04°53'21"N | 52°10'56"W |
| 15              | —                   | —                        | s                    | Roura                      | Mahury river: mouth on left bank     | 04°51'15"N | 52°15'54"W |
| 16              | —                   | —                        | s                    | Matoury                    | Matoury: la Chaumière                | 04°53'05"N | 52°31'21"W |
| 17              | S                   | —                        | s                    | Rémire-Montjoly            | Rémire-Montjoly                      | 04°55'07"N | 52°17'38"W |
| 18              | —                   | —                        | s                    | Roura                      | Piste Nancibo                        | 04°40'00"N | 52°30'00"W |
| 19              | S                   | —                        | s                    | Roura                      | La Comté: Pointe Maripa              | 04°40'47"N | 52°20'35"W |
| 20              | S                   | —                        | s                    | Roura                      | Cacao                                | 04°34'28"N | 52°27'11"W |
| 21              | s                   | —                        | —                    | Roura                      | Reserve Trésor: isolated lodge       | 04°36'38"N | 52°01'07"W |
| 22              | S                   | —                        | —                    | Roura                      | Kaw: village                         | 04°33'00"N | 52°09'00"W |
| 23              | O                   | —                        | —                    | Sinnamary                  | Petit Saut: buildings                | 05°03'00"N | 53°03'00"W |
| 24              | —                   | —                        | O                    | Roura                      | Auberge des Orpailleurs: Orapu river | 04°30'41"N | 52°21'04"W |
| 25              | o; s                | S                        | —                    | Régina                     | Connétable, island of                | 04°49'26"N | 51°56'08"W |
| 26              | S                   | —                        | —                    | Saint Georges de l'Oyapock | Trois-Paletuviers: village           | 04°04'00"N | 51°39'40"W |
| 27              | —                   | —                        | S                    | Saint Georges de l'Oyapock | Saint-Georges-Oyapock: city          | 03°53'48"N | 51°48'07"W |
| 28              | —                   | —                        | S                    | Saint Georges de l'Oyapock | Saut Maripa, along river Oyapock     | 03°51'05"N | 51°51'43"W |
| 29              | s                   | —                        | —                    | Saül                       | Sophie: mining camp                  | 03°58'11"N | 53°28'50"W |
| 30              | s                   | —                        | —                    | Saül                       | Saül: village                        | 03°32'00"N | 53°15'00"W |
| 31              | s                   | S                        | —                    | Roura                      | savane Le Gallon                     | 04°55'00"N | 52°18'00"W |



# Novo registro de *Blarinomys breviceps* (Winge, 1888) (Rodentia: Sigmodontinae) na Mata Atlântica do sudeste de São Paulo

Cauê Monticelli<sup>1</sup>, Thatiane Cristina Antunes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Setor de Mamíferos, Divisão de Ciências Biológicas, Fundação Parque Zoológico de São Paulo (FPZSP), São Paulo, SP, Brasil.

\* Autor para correspondência: cmchelli@uol.com.br

**Resumo:** Reportamos um novo registro do roedor Sigmodontinae *Blarinomys breviceps*, uma espécie naturalmente rara, semifossorial e endêmica do bioma Floresta Atlântica. O espécime foi capturado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, um fragmento urbano de floresta atlântica na cidade de São Paulo, utilizando armadilhas de queda. O animal foi preparado como espécime testemunho e depositado na coleção científica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. A informação sobre o novo registro desta espécie, atualmente considerada “Deficiente em Dados” para o estado de São Paulo, acrescenta informações sobre seu status de conservação e plasticidade ecológica, bem como sobre áreas prioritárias para conservação.

**Palavras-Chave:** Roedores; Fontes do Ipiranga; Distribuição Geográfica.

**Abstract:** New record of *Blarinomys breviceps* (Winge, 1888) in the Atlantic Forest of São Paulo. We report a new record of the sigmodontine rodent *Blarinomys breviceps*, a naturally rare semifossorial species endemic to the Atlantic Forest biome. The specimen was captured in the Fontes do Ipiranga State Park, an urban fragment of Atlantic Forest in the city of São Paulo, by using pitfall traps, and was prepared as voucher and deposited in the Mammals Collection of the Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. The information on the new record of this species, currently regarded as “Data Deficient” for the state of São Paulo, adds information on its conservation status, its ecological plasticity, as well as on priority areas for conservation.

**Key-Words:** Rodents; Fontes do Ipiranga; Geographic Distribution.

Atualmente, a Mata Atlântica é representada por fragmentos florestais de diferentes tamanhos que formam um mosaico ao longo da sua distribuição original (Zaú, 1998). Estes fragmentos ainda abrigam grande biodiversidade, incluindo espécies endêmicas deste bioma. É o caso do roedor *Blarinomys breviceps*, espécie que integra um gênero monotípico e possui um número reduzido de localidades de ocorrência conhecidas na Mata Atlântica, entre o sudeste do Brasil e o extremo nordeste da Argentina (Teta & Pardiñas, 2015). Os registros existentes indicam sua distribuição pelo sudeste da Bahia, Espírito Santo, leste de Minas Gerais, Rio de Janeiro e sudeste de São Paulo, além da província argentina de Misiones (Bastos *et al.*, 2004; Bonvicino *et al.*, 2008; Geise *et al.*, 2008; Matson & Arawaya, 1977; Nieri-Paglia *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2003). A ocorrência da espécie é geralmente associada às áreas montanhosas (Arawaya & Matson, 1975; Matson & Arawaya, 1977), porém existem registros nas matas do litoral do Espírito Santo (Reis *et al.*, 1996) e da Bahia (Pardini, 2004). Como características morfológicas, a espécie apresenta cabeça pequena e cônica, olhos e orelhas reduzidos e escondidos na pelagem, cauda curta e garras conspicuamente desenvolvidas nas patas anteriores e posteriores

(Bonvicino *et al.*, 2008; Matson & Arawaya, 1977; Silva *et al.*, 2003; Teta & Pardiñas, 2015), características relacionadas ao hábito semifossorial da espécie. Acredita-se que este hábito torne a espécie naturalmente difícil de ser amostrada em estudos de fauna, mesmo quando empregadas metodologias de coleta específicas para pequenos mamíferos (Paglia *et al.*, 2005).

Existem poucos espécimes depositados em coleções científicas e a história natural e comportamento da espécie são pouco conhecidos (Arawaya & Matson, 1975; Geise *et al.*, 2008), mas *Blarinomys breviceps* é considerada insetívora (Geise *et al.*, 2008; Reis *et al.*, 1996). A espécie consta como “Regionalmente Extinta” na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção do estado do Rio de Janeiro (Chiarello *et al.*, 2008), como “Deficiente em Dados” no estado de São Paulo (Bressan *et al.*, 2009; Percequillo & Kierulff, 2009) e no Espírito Santo (IPEMA, 2007) e não consta na Lista da Fauna Ameaçada de Extinção de Minas Gerais (Biodiversitas, 2007). No estado de São Paulo existem registros publicados em apenas seis localidades (Geise *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2003), de modo que a sua ausência na região metropolitana da cidade de São Paulo é considerada uma lacuna (Antunes & Eston, 2010). O presente estudo tem por objetivo

relatar o registro da espécie em uma nova área no estado de São Paulo.

A captura do espécime de *Blarinomys breviceps* (licença SISBIO nº 45520-1) ocorreu em um dos poucos fragmentos de Mata Atlântica efetivamente protegido como uma Unidade de Conservação na cidade de São Paulo, o Parque Estadual Fontes do Ipiranga – PEFI (Figura 1), o maior remanescente de floresta Atlântica urbana da capital paulista (Barbosa *et al.*, 2002). Os limites do parque foram demarcados em 1893 com o intuito de preservar as nascentes da região, mas a Unidade de Conservação foi criada oficialmente apenas em 1969 (Bicudo *et al.*, 2002). Localizado no município de São Paulo, o PEFI faz divisa com o município de Diadema (23°38'08"S, 46°36'48"O, Datum WGS-84) e possui área total de 526,4 ha (Fernandes *et al.*, 2002). Em 1893, a área delimitada para o PEFI era de aproximadamente 697 ha, e desde então o Parque vem sofrendo impactos e fragmentações da sua cobertura vegetal, principalmente devido a obras para construção de rodovias e avenidas, a urbanização dos bairros vizinhos, ocupações irregulares e dois grandes incêndios causados por quedas de balões, em 1993 e 2006 (Peccinini & Pivello, 2002). A vegetação do PEFI é característica de floresta ombrófila densa de encosta atlântica (São Paulo, 2007) e o uso da área é caracterizado por recreação, ensino e pesquisa. Estudos sobre hidrografia, topografia, fisionomia vegetal e clima foram realizados no PEFI (Fernandes *et al.*, 2002; Santos, 2008; Villagra & Neto, 2010), mas inventários da fauna são ainda poucos (Bicudo *et al.*, 2002; Malagoli *et al.*, 2008), havendo registros da ocorrência de vertebrados como *Bothrops jararaca*, *Atractus trihedrurus*, *Bokermannohyla hylax* e *Hydromedusa tectifera* (Lisboa, 2017), *Ramphocelus bresilius* e *Ramphastos*

*dicolorus* (Guida, 2017) e dos mamíferos *Alouatta guariba clamitans* (Monticelli & Morais, 2015) e *Bradypus variegatus* (Monticelli, 2016).

A captura de um macho ocorreu em armadilha de interceptação e queda (*pitfall trap*) na data de 23/10/2015. O animal foi identificado a partir da avaliação dos caracteres externos (Bonvicino *et al.*, 2008), fotografado e mantido em cativeiro. Foi constatado óbito na manhã do dia 24/10/2015 e, com isso, a pele foi utilizada para taxidermia e depósito na coleção científica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

O espécime (Figura 2A-B) foi capturado em floresta de dossel homogêneo esparsa, conforme zoneamento da Unidade de Conservação (Bicudo *et al.*, 2002). Suas medidas externas e peso foram de 92 mm para cabeça-corpo, 40 mm de cauda, 17 mm de pata traseira, 9 mm de orelha e 20 gramas de massa corporal.

A espécie tem sido registrada em baixas frequências em inventários, o que poderia ser atribuído ao seu alto requerimento de preservação de habitat e baixa plasticidade ecológica, fato que determinaria a dificuldade de sua captura mesmo com o emprego de armadilhas específicas para amostragem de roedores. Porém, os registros da espécie tanto em matas preservadas (Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo (Antunes & Eston, 2010); Parque Estadual da Pedra Selada, Rio de Janeiro (Hingst-Zaher, *com. pess.*) como em matas secundárias (Paglia *et al.*, 2005; Pardini & Umetsu, 2006) e sob forte influência antrópica, como é o caso do PEFI, sugere uma maior plasticidade ecológica e resistência da espécie.

Silva *et al.* (2003) foram os primeiros pesquisadores a registrar a ocorrência de *B. breviceps* no estado de São Paulo, em três diferentes localidades. Desde então novos registros foram relatados por Geise *et al.* (2008),

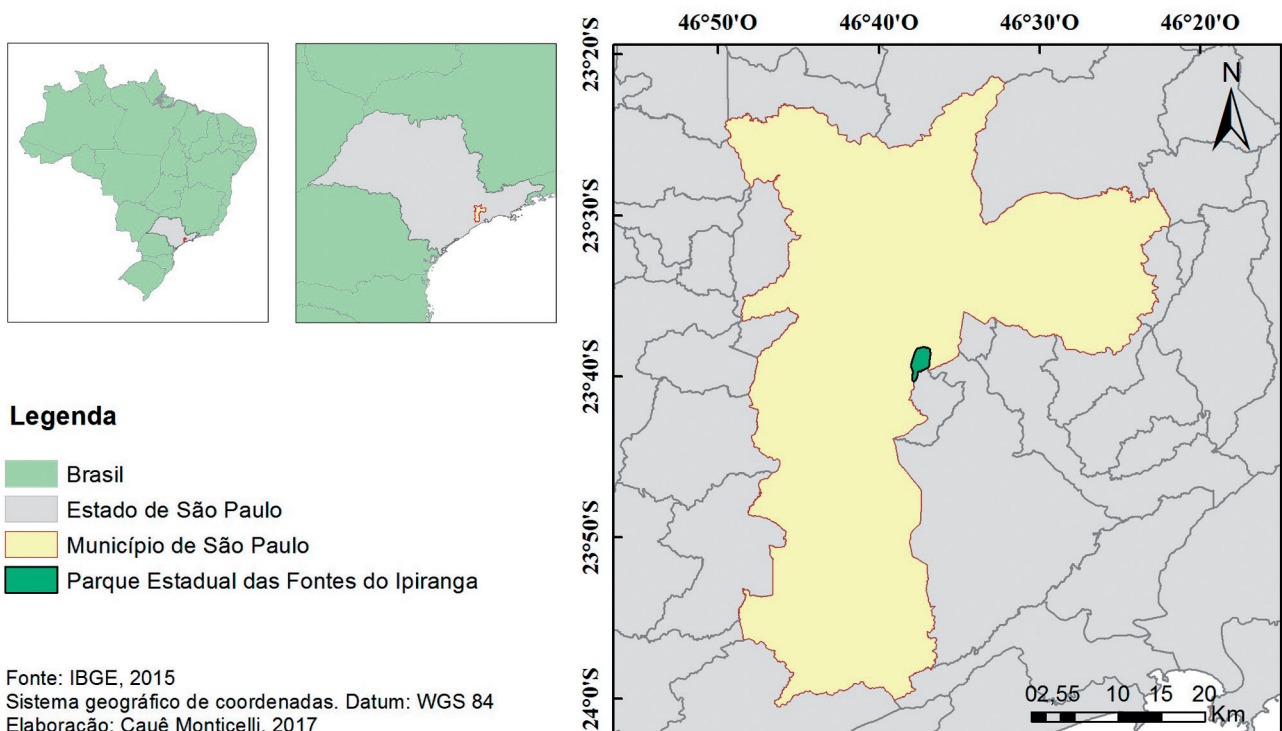


Figura 1: Localização do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga na cidade de São Paulo.

Monticelli C & Antunes, TC: Novo registro de *Blarinomys breviceps* no estado de São Paulo

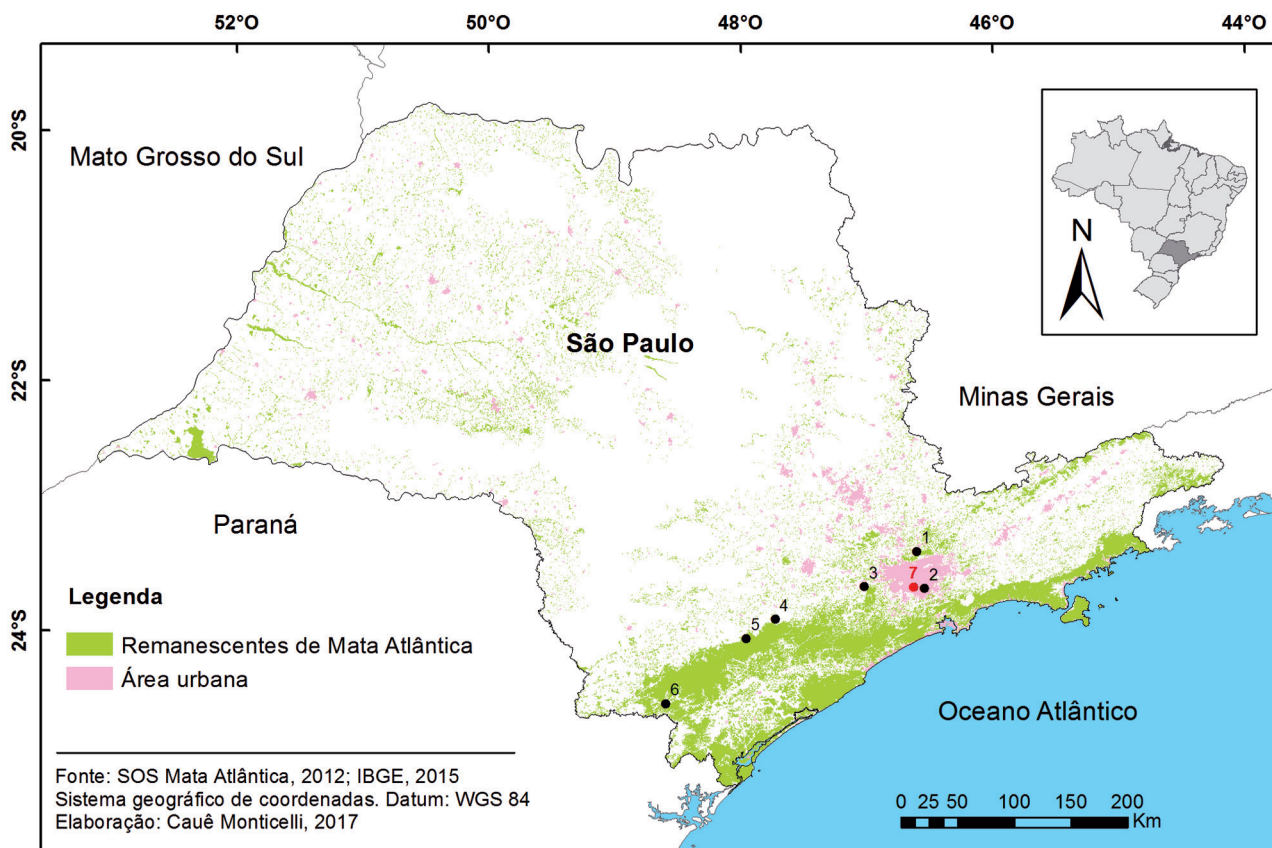




**Figura 2A-B:** Imagens do espécime macho de *Blarinomys breviceps* capturado no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. Depósito no Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Fotos: Paulo Gil/FPZSP.

Nieri-Bastos *et al.* (2004) e Pardini & Umetsu (2006), e até que Antunes & Eston (2010) reportaram a sexta localidade conhecida (Figura 3). O presente estudo inclui o PEFI como o sétimo local de ocorrência da espécie para o estado de São Paulo. O uso de armadilhas de interceptação e queda nos últimos 20 anos têm possibilitado o registro de espécies que não são atraídas por iscas de armadilhas convencionais, como parece ser o caso do insetívoro *B. breviceps* (Geise, 1995; Geise *et al.*, 2001; Geise

*et al.*, 2008; Olifiers, 2002; Pardini & Umetsu, 2006; Pereira *et al.*, 2001). O presente estudo ratifica a importância do emprego desse método de coleta no registro dessas espécies. Informações sobre novos registros de ocorrência, como o obtido com o presente trabalho, são importantes para auxiliar nas discussões que visam categorizar o status de conservação dos diferentes táxons, principalmente para espécies que são consideradas com dados deficientes, como é o caso de *Blarinomys breviceps*.



**Figura 3:** Localidades de registro de *Blarinomys breviceps* no estado de São Paulo: 1 = Parque Estadual da Cantareira (23°22'S, 46°36'O); 2 = Santo André (23°39'50"S, 46°32'18"O); 3 = Reserva Florestal Morro Grande, Cotia (23°39'S, 47°01'O); 4 = Fazenda João XXIII, Pilar do Sul (23°56'37"S, 47°40'67"O); 5 = Parque Estadual Carlos Botelho (24°03'51"S, 47°57'12"O); 6 = Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (24°35'08"S, 48°35'35"O) e 7 = Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (23°39'10"S, 46°37'37"O). Datum: WGS-84.





## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente com as atividades relacionadas aos estudos em campo, à Fundação Parque Zoológico de São Paulo pelo financiamento dos projetos com os mamíferos do PEFI e aos biólogos, tratadores, aprimorandos e estagiários do Setor de Mamíferos. Agradecemos também a bióloga Gabriela R. Favoretto pelo apoio na elaboração dos mapas e a Erika Hingst Zaher pela revisão do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

- Abrawaya JP, Matson JO. 1975. Notes on a Brazilian mouse *Blarinomys breviceps* (Winge). Contributions in science of the natural history museum of Los Angeles county 270: 1-8.
- Antunes AZ, Eston MR. 2010. Registro de *Blarinomys breviceps* (Winge, 1888) (Cricetidae, Rodentia) no Parque Estadual Carlos Botelho, SP. Revista do Instituto Florestal 22(1): 171-175.
- Barbosa LM, Potomati A, Peccinini A. 2002. O PEFI: histórico e legislação. Pp. 15-28, In: Bicudo DC, Forti MC, Bicudo CEM (Eds.), Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Bicudo DC, Forti MC, Bicudo CEM. 2002. Parque Estadual Fontes do Ipiranga: unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Biodiversitas. 2007. Lista da fauna ameaçada de extinção de Minas Gerais. Versão 2006.3.1. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org.br/listas-mg/MG-especies-Fauna-ameacadas.pdf>. Acessado em: 17 de abril de 2017.
- Bonvicino CR, Oliveira JA, D'Andrea PS. 2008. Guia de roedores do Brasil com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa – OPAS/OMS. Rio de Janeiro.
- Bressan PM, Kierulff MCM, Sugieda AM. 2009. Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Fundação Parque Zoológico de São Paulo, São Paulo.
- Chiarello AG, Aguiar LM, Cerqueira R, Melo FR, Rodrigues FHG, Silva VMF. 2008. Mamíferos ameaçados de extinção do Brasil. Pp. 681-699, In: Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP (Eds.), Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Ministério do Meio ambiente, Brasília.
- Fernandes AJ, Reis LAM, Carvalho A. 2002. Caracterização do meio físico. Pp. 49-60, In: Bicudo DC, Forti MC, Bicudo CEM (Eds.), Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Geise L. 1995. Os roedores Sigmodontinae (Rodentia, Muridae) do Estado do Rio de Janeiro. Sistemática, citogenética, distribuição e variação geográfica. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Genética), Programa e Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Geise L, Smith MF, Patton JL. 2001. Diversification in the genus *Akodon* (Rodentia, Sigmodontinae) in Southeastern South America: Mitochondrial DNA sequence analysis. Journal of Mammalogy 82(1): 92-101. <https://doi.org/10.1093/jmammal/82.1.92>.
- Geise L, Bergallo HG, Esberard C, Rocha CFD, Sluys MV. 2008. The karyotype of *Blarinomys breviceps* (Mammalia: Rodentia: Cricetidae) with comments on its morphology and some ecological notes. Zootaxa 1907: 47-60.
- Guida FJV. 2017. Inventário de aves constata riqueza do PEFI. Ciência no Zoo (8): 38-39.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Bases e referenciais cartográficos. Versão 2015.1. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Acessado em 10 de abril de 2017.
- IPEMA. 2007. Espécies da fauna ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo. Versão 2007.1. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/Especies/fauna.htm>. Acessado em: 17 de abril de 2017.
- Monticelli C & Antunes, TC: Novo registro de *Blarinomys breviceps* no estado de São Paulo
- Lisboa CS. 2017. Refúgio Urbano. Ciência no Zoo (8): 18-27.
- Malagoli L, Bajesteiro FB, Whately M. 2008. Além do concreto: contribuições para a proteção da biodiversidade paulistana. Prefeitura de São Paulo, São Paulo.
- Matson JO, Abrawaya JP. 1977. *Blarinomys breviceps*. Mammalian Species 74: 13. <https://doi.org/10.2307/3503793>.
- Monticelli C. 2016. Preguiças do PEFI são monitoradas. Ciência no Zoo (6): 39-40.
- Monticelli C, Morais LH. 2015. Impactos antrópicos sobre uma população de *Alouatta clamitans* (Cabrera, 1940) em um fragmento de Mata Atlântica no Estado de São Paulo: apontamento de medidas mitigatórias. Revista Biociências (21): 14-26.
- Nieri-Bastos FA, Barros-Battesti DM, Linardi PM, Amaku M, Marcili A, Favorito SE, Rocha RP. 2004. Ectoparasites of wild rodents from Parque Estadual da Cantareira (Pedra Grande Nuclei), São Paulo, Brazil. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária 13(1): 29-35.
- Olfiers, N. 2002. Fragmentação, habitat e as comunidades de pequenos mamíferos na bacia do rio Macacu, RJ. Tese de Mestrado em Ciências Biológicas (Ecologia), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil.
- Paglia AP, Perini AF, Lopes MOG, Palmuti CFS. 2005. Novo registro de *Blarinomys breviceps* (Winge, 1888) (Rodentia, Sigmodontinae) no Estado de Minas Gerais, Brasil. Lundiana 6(2): 155-157.
- Pardini R. 2004. Effects of forest fragmentation on small mammals in an Atlantic Forest landscape. Biodiversity and Conservation 13: 2567-2586. <https://doi.org/10.1023/b:bioc.0000048452.18878.2d>.
- Pardini R, Umetsu F. 2006. Pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal do Morro Grande: distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. Biota Neotropica 6: 1-22. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032006000200007>.
- Peccinini AA, Pivello VR. 2002. Histórico do uso das terras e condição da vegetação no PEFI. Pp. 252-258, In: Bicudo DC, Forti MC, Bicudo CEM (Eds.), Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo.
- Percequillo AR, Kierulff MCM. 2009. Mamíferos. Pp. 37-85, In: Bressan PM, Kierulff MCM, Sugieda AM (Eds.), Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo – Vertebrados. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Fundação Parque Zoológico de São Paulo, São Paulo.
- Pereira LG, Torres SEM, Silva HS, Geise L. 2001. Non-volant mammals of Ilha Grande and adjacent areas in southern Rio de Janeiro State, Brazil. Boletim do Museu Nacional 459: 1-15. <https://doi.org/10.15560/5.3.577>.
- Reis SF, Pombal Jr JP, Nessimian JL, Pessoa LM. 1996. Altitudinal distribution and feeding habits of *Blarinomys breviceps* (Winge, 1888). Zeitschrift für Säugetierkunde 61: 253-255.
- Santos, ACL. 2008. Composição florística e estrutura da comunidade de epífitas vasculares associadas a trilhas no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado (Botânica), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente, Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- São Paulo (Estado). 2007. Plano de manejo – Resumo executivo. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo.
- Silva CR, Percequillo AR, Ximenes IGE, De Vivo M. 2003. New distributional records of *Blarinomys breviceps* (Winge, 1888) (Sigmodontinae, Rodentia). Mammalia (67): 147-152.
- Fundação SOS Mata Atlântica. 2012. Versão 2012. 1. Atlas dos remanescentes de Mata Atlântica. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br>. Acessado em: 14 de abril de 2017.
- Teta P, Pardiñas UFJ. 2015. Genus *Blarinomys*. Pp. 667-674, In: Patton JL, Pardiñas UFJ, D'Elia G (Eds.), Mammals of South America: vol. 2. Rodents. The University of Chicago Press, USA. <http://dx.doi.org/10.5710/AMGH.v53i4.1>.
- Villagra BLP, Neto SR. 2010. Florística de trepadeiras no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil. Revista Brasileira de Biociências 8(2): 186-200. <http://dx.doi.org/10.1590/S2236-89062011000300001>.
- Zaú AS. 1998. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. Floresta e Ambiente 5: 160-170.



# Preferência alimentar pesquisada em laboratório e sua aplicação ao estudo da ecologia de pequenos mamíferos: vantagens e críticas após 30 anos de aplicação do método

Ricardo Finotti<sup>1,2,\*</sup> & Rui Cerqueira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório de Vertebrados, Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia – CCS, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup> Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Estácio de Sá, Nova Friburgo, RJ.

\* Autor para correspondência: finottiricardo@gmail.com

**Resumo:** A preferência alimentar de uma espécie é o resultado da interação de uma série de fatores intrínsecos relacionados às características morfológicas, fisiológicas e comportamentais de seus indivíduos. Estes compõem o que pode ser considerado o nicho alimentar fundamental das espécies. As disponibilidade espaço-temporal dos recursos e a competição intra e interespecífica são fatores extrínsecos que determinam a utilização dos itens alimentares na natureza e, portanto, compõem parte do nicho alimentar realizado da espécie. Neste ensaio, discutimos os fatores intrínsecos que determinam a escolha da dieta e sua importância no estudo do nicho nutricional das espécies, tentando mostrar sua relação com uma abordagem metodológica de análise laboratorial de preferência alimentar em pequenos mamíferos. Também apresentamos com detalhes a metodologia, seus pressupostos e as implicações do uso da mesma na abordagem de diferentes tipos de problemas relacionados ao estudo da ecologia e fisiologia de pequenos mamíferos.

**Palavras-Chave:** Dieta; Fatores intrínsecos; Nicho alimentar; Pequenos mamíferos; Preferência alimentar em laboratório.

**Abstract:** The alimentary preference studied at laboratory and its application on the study of small mammal's ecology. Species's alimentary preference is the result of the interactions of many intrinsic factors related to morphological, physiological and behavioral characteristics of its individuals. These factors determine the fundamental alimentary niche of the species. The resources spatio-temporal variation and intra and inter specific competition are the extrinsic factors that define the use of alimentary items at nature and results on the realized species alimentary niche. At this essay, we discuss the intrinsic factors that define diet choice and its importance on the nutritional species niche study, trying to show its relationship with a laboratorial alimentary preference test approach. We also detailed the experiment methodology, its assumptions and its implications on study of different problems related to small mammals' ecology and physiology.

**Key-Words:** Diet; Intrinsic factors; Alimentary niche; Small mammals; Alimentary preference experiment.

## INTRODUÇÃO

### A escolha da dieta e o nicho nutricional

A eficiência da obtenção, processamento e gasto de energia proveniente dos recursos alimentares é crítica para a sobrevivência e o sucesso ecológico dos vertebrados (Contreras & Rossi, 1980; Engel & Mello, 1993; Veloso & Bozinovic, 1993). A alimentação está intimamente relacionada com vários aspectos da vida de um animal, como por exemplo, a reprodução (Bondrup-Nielsen & Foley, 1994; Schmidt-Nielsen, 1987), variações na densidade e abundância populacional (Ellis *et al.*, 1997; Gentile *et al.*, 2000; Gentile *et al.*, 2004; Sullivan *et al.*, 2001; Turchin & Batzli, 2001), e distribuição geográfica (Murray, 1994). As interações tróficas podem contribuir

na diferenciação dos nichos ecológicos e, em uma escala de tempo evolutivo, direcionar as radiações adaptativas. Desta maneira, estudos de alimentação tornam-se uma ferramenta importante para se entender a ecologia e a evolução das espécies.

A escolha dos itens alimentares pelas espécies é limitada por vários fatores que determinam a sua variabilidade intra e interespecífica. Existem evidências de que as espécies escolhem seletivamente seus itens alimentares, esta escolha pode variar de acordo com o sexo, idade, estado fisiológico e das diferentes condições ambientais de clima e disponibilidade de recursos (Provenza & Cicotta, 1993). Para se entender como determinado grupo de organismos seleciona seus itens alimentares é preciso entender quais os fatores agem no reconhecimento e diferenciação desses itens pelas espécies e as



abordagens que podem ser utilizadas para se entender isto.

Uma das abordagens mais utilizadas para entender a seleção da dieta é a teoria do forrageamento ótimo (Emlen, 1966; MacArthur & Pianka, 1966; Raubenheimer *et al.*, 2009; Steven & Krebs 1986 *apud* Harvey 1994). Esta teoria assume que as espécies tendem a promover sua aptidão forrageando de maneira a maximizar o ganho de taxa líquida de energia (energia/tempo), ou seja, as espécies tenderão a escolher sempre o alimento que proporciona o maior ganho energético em uma menor taxa de tempo. Esta teoria parte da premissa de que o forrageador é capaz de avaliar a vantagem, em termos de rendimento por unidade de tempo, de cada tipo de alimento encontrado, sendo também capaz de avaliar, estimar e lembrar os vários aspectos relativos ao seu consumo (rendimento energético relativo e a probabilidade de encontro com diferentes itens alimentares que forneçam ganhos energéticos diferenciados) (Provenza & Cicotta, 1993). Muito desta teoria assume, implicitamente, que a aptidão darwiniana associada com o comportamento alimentar de um animal é maximizada pela seleção natural, sujeito a determinadas restrições. Estas restrições poderiam atuar de forma a modificar a amplitude das dietas favorecendo a sua especialização ou diversificação (Augner *et al.*, 1998; Belovsky & Schmitz, 1994; Ben-Shahar & Coe, 1992; Randolph & Cameron, 2001; Rezsutek & Cameron, 1998). No entanto, esta teoria tem limitações devido a sua dificuldade em ser nutricionalmente explícita uma vez que assume, *a priori*, que apenas um único componente (*e.g.*, energia) é preeminente pois não particiona o papel específico dos componentes dos alimentos em suas interações ecológicas nutricionais (Raubenheimer *et al.*, 2009).

Segundo Stephen & Krebs (1986), estas restrições podem ser classificadas como intrínsecas e extrínsecas. As restrições extrínsecas são aquelas impostas pelo ambiente, tais como a disponibilidade dos recursos alimentares (Focardi *et al.*, 1996), a existência de predadores (Abrams, 2000; Brown & Morgan, 1995; Jackson, 2001), e a competição intra e interespecífica (Fritz *et al.*, 1996). As restrições intrínsecas são aquelas relacionadas com a capacidade do organismo reconhecer, obter e processar os recursos alimentares encontrados. Fazem parte destas restrições as características do aparato trófico (a musculatura da mandíbula, a morfologia dos dentes e morfologia e fisiologia do tubo digestório e do fígado, a capacidade das enzimas e sucos digestivos em digerir os alimentos) (Astúa de Moraes, 1998; Penry, 1993; Santori, 1995a), e a capacidade de reconhecimento, aquisição e manuseio dos recursos (Shettleworth *et al.*, 1993; Santori, 1998; Oliveira & Santori, 1999).

Os estudos dos mecanismos envolvidos com as restrições no reconhecimento e utilização dos recursos alimentares pelas espécies fornecem uma abordagem qualitativa ao problema, procurando entender os processos adaptativos envolvidos na seleção da dieta. Segundo esta abordagem, a qual difere da abordagem quantitativa utilizada pela teoria do forrageamento ótimo, podemos dizer que o reconhecimento e a preferência

alimentar estão baseados em dois estímulos que podemos classificar como estímulos pré- e pós-ingestão.

Os estímulos pré-ingestão estão relacionados com as respostas reflexas à estímulos químicos ou visuais, tais como a cor, o tamanho, o cheiro, e a forma, ou qualquer outra característica do alimento que pode ser reconhecida antes da ingestão (Augner, 1998; Zuwang *et al.*, 1987). Estudos realizados com mamíferos ruminantes mostram que o tamanho da vegetação é um fator importante na escolha, pelo menos inicial, da utilização de determinados pontos do pasto (Focardi *et al.*, 1996). Experimentos realizados com ratos sugerem que as preferências são moldadas por aprendizado, sendo os sabores presentes no leite da mãe e os cheiros ou fragmentos de alimentos encontrados na sua pelagem (Galef & Girauldeaut, 2001), bem como a observação de indivíduos adultos da mesma espécie forrageando, fatores responsáveis pelo reconhecimento de grupos alimentares por indivíduos jovens (Galef, 1993; Galef & Wright, 1995; Suarez & Kravetz, 1998).

Os estímulos pós-ingestão estão relacionados com respostas a uma retroalimentação positiva ou negativa após a ingestão do alimento, em que dependendo dos estímulos desencadeados podem proporcionar o aumento da ingesta ou a rejeição do item alimentar (Belovsky & Schmitz, 1994; Lawler *et al.*, 1998; Magnus *et al.*, 1998). Segundo Hume (1982), “a ligação entre a dieta de um animal e a sua morfologia digestiva é tão estreita que muitas características da alimentação de cada espécie podem ser inferidas facilmente pela morfologia do tubo digestivo”. Estes estímulos estão estreitamente ligados à plasticidade morfológica e fisiológica do trato digestivo, que podem determinar tanto a eficiência de absorção de nutrientes quanto as taxas de tomada de nutrientes e de energia (Corp *et al.*, 1997; Derting, 1993; Koteja, 1996; McClelland, 1999; Owl & Batzli, 1998; Penry, 1993; Sabat & Bozinovic, 2000; Santori, 1995a; Starck, 1999).

Sendo assim, é possível então dizer que a preferência alimentar é o resultado dos vários mecanismos fisiológicos, comportamentais e ecológicos que atuam sobre um organismo. Esses mecanismos atuam na ingestão ótima de energia e na seleção de uma dieta nutricionalmente balanceada (Louw, 1993: 147).

Indivíduos de uma mesma espécie podem apresentar diferenças intrínsecas na sua dieta (Cerqueira *et al.*, 2003). As variações individuais derivam, provavelmente, dos diferentes estados fisiológicos em que se encontram os indivíduos, devido a diferenças nas concentrações de muitas enzimas necessárias para detoxificação e digestão, e pelas diferentes plasticidades do tubo digestivo entre os indivíduos, que podem implicar em escolhas diferentes e quantidades de recursos diferentes (Naya *et al.*, 2007). É nessa variação individual, e na medida em que ela é herdável, que mecanismos de seleção natural podem operar (Arsenos *et al.*, 2000). No entanto, apesar de haver uma elevada variação individual dentro das espécies, que são o resultado dos mecanismos da seleção da dieta mais imediatos, as tendências médias, resultantes da fixação de características bem-sucedidas, são aquelas que caracterizam a preferência das espécies.

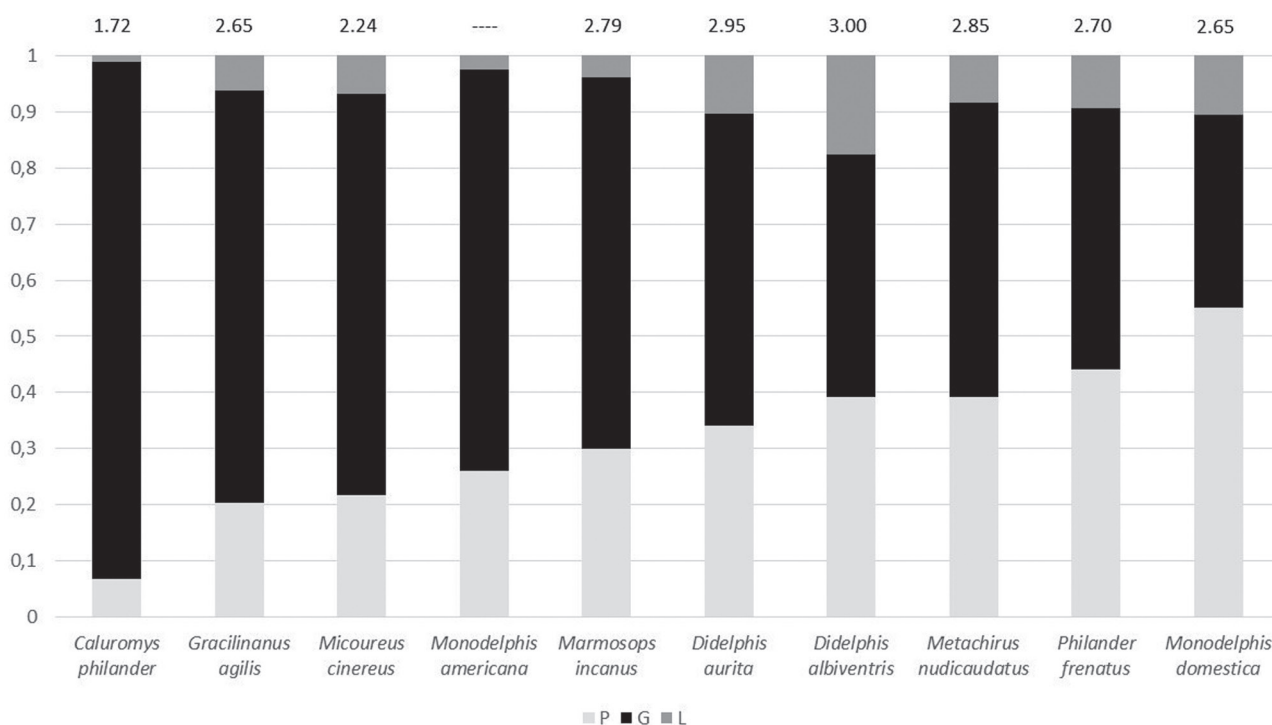


Outra questão importante é a classificação das espécies no espectro generalista-especialista. A classificação a partir dos hábitos alimentares é muito usada. Assim, animais omnívoros seriam generalistas e monófagos especialistas. Os organismos, em geral, são classificados em categorias alimentares (carnívoros, insetívoros, herbívoros, frugívoros, entre outros). No entanto, em geral, as espécies de pequenos mamíferos podem ser consideradas *a priori* como omnívoras pois consomem variadas formas de plantas e animais. De forma geral, pode ser detectado o maior consumo de algum ou um conjunto de itens animais ou vegetais o que demonstra uma preferência por esses itens, com consumo ocasional de outros itens (Vamosi *et al.*, 2014).

Mais recentemente uma nova abordagem foi sugerida, a da Ecologia Nutricional (Machovsky-Capuska *et al.*, 2016; Raubenheimer *et al.*, 2009). O termo nutricional é usado no sentido de toda e qualquer propriedade de um alimento que afeta o organismo. Se pensa no ambiente, no organismo e na base nutricional da interação entre os dois. É chamada a atenção de que, em geral, se pensa no alimento como um recurso unitário. No entanto, não é levado em conta que cada alimento tem uma composição nutricional, devendo estar sendo levada em conta nas análises da dieta das espécies (Raubenheimer *et al.*, 2009). Sendo assim, do ponto de vista nutricional, o alimento não algo unitário, mas, sim, multidimensional. A maior parte dos estudos de alimentação em mamíferos trabalha com os itens encontrados na natureza (ver abaixo) e para uma abordagem nutricional seria necessário encontrá-los na natureza, fazer uma análise de sua composição nutricional, fazendo a

sua caracterização, e oferta-los, seja em experimentos em campo ou de laboratório, em quantidades suficientes para serem ofertados aos indivíduos (Barboza *et al.*, 2009; Robins, 1993). A utilização de métodos experimentais em laboratório com itens comercialmente disponíveis permite a padronização destes itens, a sua oferta *ad libitum* e a utilização de itens com conteúdos nutricionais conhecidos o que, de certa forma, simplifica bastante o processo (Périsse *et al.*, 1988; Raubenheimer & Simpson, 1993; Vieira *et al.*, 2015).

O conceito de nicho de Hutchinson (1957) é que este é a soma de todos os fatores ambientais que agem sobre o organismo, tem valores limites formando um espaço onde uma espécie sobrevive e se reproduz, definindo assim um hiperespaço n-dimensional para esta espécie. Difere tanto do conceito Grinneliano (Grinnell, 1917) quanto do Eltoniano (Elton, 1927), pois refere-se as características intrínsecas da espécie e não as condições do ambiente. Se tanto os fatores físicos quando biológicos, particularmente os recursos alimentares, forem considerados, haverá um espaço que é um hipervolume chamado de nicho fundamental (Whittaker *et al.*, 1973). Este espaço está, em parte, relacionado às necessidades dadas pela sua fisiologia, isto é, pelo seu meio interior, aproximadamente o *milieu intérieur* de Claude Bernard (Bernard, 1865), posteriormente desenvolvido como a constância do meio interno, que variam ao redor de ponto de equilíbrio, possuindo assim um equilíbrio dinâmico (Cannon, 1929). A competição, a disponibilidade de alimentos e outras interações com outras espécies reduzem este nicho, e um nicho realizado descreve as condições últimas da existência da espécie. Desta maneira,



**Figura 1:** Proporções relativas de proteína (P), carboidratos ou glicídios (G), e lipídios (L) das dietas de 12 espécies de marsupiais Neotropicais. O índice de diversidade de Shannon é mostrado no topo de cada coluna. As espécies foram ordenadas em ordem crescente da proporção de proteína selecionada. *Monodelphis americana*, *Lutreolina crassicaudata* e *Chironectes minimus* foram incluídos para comparação visual e não tem índice de diversidade calculado (modificado de Astúa de Moraes *et al.*, 2003).





podemos considerar que as necessidades nutricionais de uma espécie circunscrevem seu “nicho nutricional” (Machovsky-Capuska *et al.*, 2016).

Desta forma, pode-se considerar macronutrientes, proteínas, glicídios, lipídios, e também outros compostos orgânicos tais como carboidratos tais como fibras e quitina, que tem função primordialmente estrutural. Para muitas espécies, *a priori*, tais macronutrientes estruturais não tem valor nutricional, mas auxiliam em outras funções do trato tais como a formação de bolo fecal e a motilidade intestinal. O cálculo das quantidades e proporções relativas destes macronutrientes consumidos na dieta pode ser utilizado para lançar hipóteses sobre a capacidade digestória de diferentes partes do trato digestório (Finotti *et al.* 2012) e, portanto, sobre a importância e função destes nutrientes considerados primordialmente estruturais. Sendo assim, para estimar o nicho nutricional, torna-se necessário um método experimental que permita estimar tais fatores nutricionais e correlacioná-los com outras características morfológicas e fisiológicas das espécies.

#### Métodos utilizados nos estudos de alimentação

Na análise dos hábitos alimentares de pequenos mamíferos, os métodos mais comumente utilizados são a análise dos conteúdos estomacal e fecal (Caron, 1985; Castellarini *et al.*, 1998; Cordero & Nicolas, 1992; Heroldova, 2002; Kerley, 1992; Macpherson *et al.*, 1988; Monadjem, 1997; Santori *et al.*, 1995b; Santori, 1997; Southwood & Henderson, 2000). Estudos deste tipo são de grande importância para a compreensão das relações entre as espécies e o meio biótico, visto que permitem não só o estudo da utilização dos recursos no ambiente, mas também o estudo da existência de exploração diferencial dos mesmos em diferentes períodos de tempo.

No entanto, a utilização dos recursos alimentares no campo está altamente sujeita às variações da sua disponibilidade. Por exemplo, o marsupial *Caluromys philander* possui, na sua dieta, uma alta quantidade de frutos, sendo estes, provavelmente, o principal recurso utilizado (Charles-Dominique, 1981; Leite *et al.*, 1996; Passamani, 1995). Leite *et al.* (1994) encontraram uma proporção maior de sementes nas fezes desta espécie em estudo na Reserva Biológica de Poço das Antas. No entanto, a análise da dieta desta espécie na mesma reserva, alguns anos mais tarde, mostrou um alto grau de insetivoria, não mostrando diferenças significativas em relação à outras espécies de marsupiais (Carvalho *et al.*, 1999). Outros estudos demonstram diferenças estacionais significativas na proporção de diferentes categorias alimentares utilizadas por roedores (Abt & Bock, 1998; Neal, 1984; Vieira, 2002), bem como na sua digestibilidade (MacPherson *et al.*, 1988). Sendo assim, as diferenças espaciais e flutuações sazonais ambientais dos recursos influenciam de maneira determinante as dietas das espécies. Os estudos em campo mostram o resultado destes processos quando a mesma espécie apresenta diferenças temporais ou espaciais.

As necessidades nutricionais, *i.e.*, que tipos de alimentos e de nutrientes são necessários para a manutenção da vida da espécie são difíceis de serem estabelecidas já que o conteúdo nutricional dos alimentos ingeridos no campo é de difícil determinação. Além disso, estudos realizados em campo apresentam sempre algum tipo de limitação quantitativa ou qualitativa, e não permitem uma quantificação nutricional exata das dietas utilizadas, não necessariamente exprimindo suas necessidades nutricionais relacionadas ao nicho alimentar fundamental (Astúa de Moraes *et al.*, 2003; Jensen, 1993; Périssé & Cerqueira, 1989).

Métodos laboratoriais de estudo da dieta englobam os estudos de reconstrução da dieta usando isótopos de carbono (Ganes *et al.*, 1997) e os estudos de preferência alimentar em laboratório (Cerqueira *et al.*, 1993; Goodyear, 1992; Jensen, 1993; Périssé & Cerqueira, 1989; Santori *et al.*, 1997). Nos estudos de preferência alimentar em laboratório, são obtidas respostas diferentes daquelas obtidas em experimento de campo. Seus resultados não são diretamente aplicáveis em situações naturais e não permitem análises da variação espacial e temporal de um fenômeno (Diamond & Case, 1986). No entanto, estudos de hábitos alimentares em laboratório permitem a análise de diferenças interespecíficas sob uma série de condições padrão, reduzindo ou anulando as variáveis que podem ser responsáveis pelas diferenças na utilização desses recursos, permitindo a estimativa do nicho nutricional fundamental. Dessa maneira, esses estudos podem fornecer pistas importantes para ajudar na compreensão da partição dos recursos em situações naturais e a posição de seu nicho fundamental no espaço ecológico.

Sendo assim, os experimentos laboratoriais permitem não só a quantificação dos itens e dos nutrientes ingeridos, mas também a observação do uso dos recursos alimentares independente da variação de sua disponibilidade. Isto provavelmente reflete melhor os fatores intrínsecos responsáveis por preferências alimentares distintas (Santori *et al.*, 1995b). Estes dados, em conjunto com os dados de campo, podem contribuir de maneira significativa para o entendimento da partição de recursos inter e intraespecíficas (Cerqueira *et al.*, 1993; Santori *et al.*, 2015).

Como todo dado fisiológico, os dados de preferência alimentar apresentam variância grande. No entanto, é possível descrever a alimentação em termos de tipos de alimentos e de nutrientes (Périssé *et al.*, 1989; Astúa de Moraes *et al.*, 2003; Finotti *et al.*, 2012; 2015; Santori *et al.*, 2015). Além disso, em trabalhos com marsupiais neotropicais existe uma concordância com os resultados da alimentação no campo e a preferência em laboratório. Isto indica que cada espécie tem uma necessidade nutricional obtida a partir de certos tipos de alimento, e podemos considerar que um experimento deste tipo descreve um nicho fundamental alimentar. Note-se que o nicho fundamental de Hutchinson é a relação entre a fisiologia, o meio interno, e o meio externo, a relação da fisiologia com o ambiente físico (*e.g.*, Kearney & Warren, 2004). Nossa abordagem toma outro aspecto da relação



fisiologia/ambiente, relacionando fisiologia com preferência alimentar como parte do nicho fundamental.

Alguns estudos tentam analisar a preferência alimentar em laboratório utilizando itens alimentares encontrados no ambiente em que as espécies vivem. Geralmente estes estudos utilizam uma quantidade limitada de recursos circunscritas a hipóteses específicas sobre a utilização dos mesmos. DeJaco & Batzli (2013) analisaram a preferência alimentar de quatro espécies de roedores sobre quatro espécies de gramíneas nativas e invasoras na região centro-leste de Illinois (EUA), no intuito de avaliar o impacto destas na abundância das mesmas e sua possível influência na facilitação do aumento de abundância de espécies invasoras. Herodolva *et al.* (2008) testam a predação de três espécies sobre trigo e cevada no intuito de entender a relação entre a abundância destes roedores e destes recursos. Ou seja, de maneira geral, estudos de preferência que utilizam recursos coletados em campo enfrentam uma limitação prática, no sentido de representar tais recursos em diversidade e quantidade suficiente que permita a avaliação das dietas. Isto é ainda mais contundente em se tratando de florestas tropicais que possuem alta riqueza e diversidade de recursos vegetais, sendo praticamente impossível a representação do nicho alimentar fundamental das espécies. A utilização de itens alimentares de uso comercial que possam representar potenciais características dos alimentos encontrados no campo é uma boa estratégia para eliminar tal limitação.

Neste trabalho descrevemos o método para análise da preferência alimentar em cativeiro, inicialmente elaborado por Périssé *et al.* (1989) e aqui apresentado com as modificações feitas a partir do trabalho de Finotti (2003). Também discutimos algumas vantagens e problemas do mesmo, baseado em trabalhos publicados e críticas recebidas ao longo de aproximadamente 30 anos de aplicação do mesmo no estudo da ecologia de pequenos mamíferos. Desta forma, este trabalho não pretende ser uma revisão sobre métodos no estudo da alimentação de pequenos mamíferos, mas uma contribuição que visa estimular o uso do método desenvolvido pelo Laboratório de Vertebrados da UFRJ e seu possível aprimoramento para o entendimento da ecologia nutricional das espécies.

### O método de análise de preferência alimentar e sua aplicação

O experimento realizado no Laboratório de Vertebrados é um teste de preferência alimentar de pequenos mamíferos que foi idealizado baseado em três pressupostos:

1. A escolha dos alimentos está relacionada às necessidades nutricionais das espécies, ou seja, as diferentes espécies tenderão a escolher alimentos que componham uma dieta nutricionalmente balanceada.
2. Os grupos de alimentos (frutos, folhas, matéria animal, artrópodes, sementes e raízes e tubérculos)

possuem proporções de nutrientes relativamente bem estabelecidas dadas a sua composição química e estrutura.

3. As espécies possuem diferentes aparatos tróficos (estruturas dos aparelhos bucais e digestório relacionadas à alimentação) e fisiológicos que as permitem utilizar melhor determinados tipos de alimentos em relação a outros e, portanto, o consumo relativo de alguns itens deve ser maior que os demais. Por exemplo, um animal carnívoro tem dificuldade em consumir alimentos vegetais por que não possui dentes que possam cortá-los e, mesmo que consiga, não conseguirá digerir adequadamente esse tipo de alimento. No entanto, é possível que determinados itens possam ser usados para complementar carências nutricionais e possibilitar a motilidade intestinal e formação de bolo fecal. Neste caso, haverá o consumo, mas este será proporcionalmente menor àqueles que tem função nutricional.

O teste de escolha alimentar consiste no oferecimento a cada indivíduo de 26 tipos de alimentos (Tabela 1), que variam entre alimentos de origem animal (carnes e ovos), e de origem vegetal (raízes, tubérculos, folhas, frutos e grãos), com variados conteúdos em macronutrientes, por um período de 18 a 24 horas, período que corresponde a um ciclo circadiano e que está correlacionado com outras características fisiológicas de espécies de pequenos mamíferos (Christensen & Agner, 1982; Juszczak *et al.*, 1997). Os experimentos foram realizados em sala com condições de temperatura e umidade controlados ( $21,28 \pm 1,90^\circ\text{C}$  e  $73,34 \pm 8,17\%$ , respectivamente) e foto período natural da cidade do Rio de Janeiro (RJ). Os alimentos, para os experimentos, foram sempre selecionados de acordo com a facilidade em serem comercialmente encontrados em qualquer época do ano de modo a padronizar a oferta de itens. Os experimentos eram realizados sempre dentro de 24 h a 48 h após a chegada dos animais ao laboratório, vindos das coletas de campo, sendo que, até a realização do experimento, os animais eram mantidos com ração comercial padrão para criação de roedores em cativeiro.

Cada tipo de alimento deve ser preparado, antes do experimento, de modo a não apresentar imperfeições que possam ser confundidas com marcas de dentes ou outras características que possam deixar dúvidas com relação à verificação do seu consumo. Devem também ser oferecidos em quantidades suficientes para que não sejam totalmente consumidos pois, como espera-se que as espécies apresentem maior consumo dos alimentos preferidos, o consumo total de um item preferido poderia levar à escolha de um item considerado sub-ótimo. Portanto, quando existe o consumo total de algum item o experimento deve ser desprezado. Depois de cortados ou contados (no caso dos grãos), os alimentos devem ser pesados utilizando-se uma balança com precisão de pelo menos uma casa decimal dada a pequena massa de alguns alimentos e colocados em gaiolas plásticas forradas com jornal. No caso dos grãos, deve ser oferecido

**Tabela 1:** Lista de alimentos utilizados no experimento de preferência alimentar e suas respectivas classificações taxonômicas.

| Alimento                                          | Ordem          | Família                 | Classe          |
|---------------------------------------------------|----------------|-------------------------|-----------------|
| <b>SEMENTES</b>                                   |                |                         |                 |
| 1 Girassol                                        | Campanulales   | Compositae              | Monocotiledônea |
| 2 Coco                                            | Principes      | Palmae (Araceae)        | Monocotiledônea |
| 3 Amendoim                                        | Rosales        | Leguminosae (Faboideae) | Dicotiledônea   |
| 4 Milho                                           | Graminales     | Gramíneae               | Monocotiledônea |
| 5 Grão de bicoRosales                             | Leguminosae    | Dicotiledônea           |                 |
| <b>FOLHAS</b>                                     |                |                         |                 |
| 6 Repolho                                         | Papaverales    | Crucifereae             | Dicotiledônea   |
| 7 Alface                                          | Campanulales   | Compositae              | Dicotiledônea   |
| 8 Cebolinha                                       | Lilliflorae    | Lilliacae               | Monocotiledônea |
| <b>RAIZ</b>                                       |                |                         |                 |
| 9 Aipim                                           | Euphorbiales   | Euphorbiaceae           | Dicotiledônea   |
| 10 Cenoura                                        | Umbelales      | Umbellifereae           | Dicotiledônea   |
| 11 Inhame                                         | Spathiflorae   | Araceae                 | Monocotiledônea |
| 12 Beterraba                                      | Centrospermeae | Chenopodiaceae          | Dicotiledônea   |
| <b>FRUTOS</b>                                     |                |                         |                 |
| 13 Quiabo                                         | Malvales       | Malvaceae               | Dicotiledônea   |
| 14 Maçã                                           | Rosales        | Rosaceae                | Dicotiledônea   |
| 15 Chuchu                                         | Curcubitales   | Curcubitaceae           | Dicotiledônea   |
| 16 Uva                                            | Rhamnales      | Viraceae                | Dicotiledônea   |
| 17 Laranja                                        | Rutaceae       | Rutaceae                | Dicotiledônea   |
| 18 Tomate                                         | Tubiflorae     | Solanaceae              | Dicotiledônea   |
| 19 Banana                                         | Scitamineae    | Musaceae                | Monocotiledônea |
| <b>TUBÉRCULOS</b>                                 |                |                         |                 |
| 20 Batata                                         |                |                         |                 |
| <b>ITENS DE ORIGEM ANIMAL</b>                     |                |                         |                 |
| 21 Carne bovina                                   |                |                         |                 |
| 22 Camarão (artrópode)                            |                |                         |                 |
| 23 Ovo de codorna                                 |                |                         |                 |
| 24 Galinha – ave                                  |                |                         |                 |
| 25 Peixe                                          |                |                         |                 |
| 26 Dobradinha – miúdos (Proteínas não essenciais) |                |                         |                 |
| 27 Rim bovino – miúdos (nutrientes variados)      |                |                         |                 |

um número constante de cada tipo de grão para que se possa avaliar mais facilmente se os mesmos foram consumidos. No caso de pequenos mamíferos, sugerimos a oferta no experimento de preferência de pelo menos 20 grãos de cada tipo, haja vista que esta foi, empiricamente, uma quantidade que constatamos não ser totalmente consumida. O experimento também consiste em analisar, após o oferecimento dos 26 tipos de alimentos, qual a dieta (itens alimentares) preferida por cada espécie, podendo-se, também, estimar as quantidades de macronutrientes utilizados por cada uma delas nesta dieta. A partir dos resultados obtidos no teste de preferência alimentar é possível também fazer a análise da adequação nutricional da dieta, cujo o objetivo era saber se com a dieta elaborada com os itens considerados ótimos, os animais eram capazes de manter peso durante um período de 10 dias. Para isso, a dieta ótima era oferecida e os animais pesados todo dia no mesmo horário. As variações de massa corpórea eram então monitoradas e se a queda de massa correspondesse 25% da massa original de um indivíduo, o experimento era suspenso e a dieta recalculada. O teste de adequação nutricional era feito novamente utilizando-se a nova dieta calculada. O teste da adequação nutricional da dieta foi feito para algumas

espécies tais como os marsupiais *Didelphis aurita* (Wied-Neuwied, 1826), *Philander frenatus* (Olfers, 1818) (Pé-rissé *et al.*, 1989) e o roedor sigmodontíneo *Akodon cursor* (Winge, 1887) (dados não publicados). Nestes testes, as dietas calculadas através dos experimentos de preferência apresentaram variação de 92,3% a 115% da massa corporal final em relação a massa corporal inicial ao final de 10 dias de experimento. Ou seja, uma variação de perda de 7,7% e ganho de 15%, respectivamente, em relação a massa corporal inicial. Isto demonstra que, de forma geral, e considerando as espécies estudadas, os resultados dos experimentos de preferência refletem de forma adequada as tendências médias nutricionais específicas, uma vez que estes valores estão bem acima da perda de massa corporal de 25% considerada crítica para a sobrevivência de pequenos mamíferos.

Um problema do experimento está relacionado à quantidade de água que pode ser absorvida ou perdida pelos alimentos, que gera variação em seu peso e, portanto, gerar problemas para avaliar seu consumo. Para se evitar variações bruscas destas quantidades que possam afetar os resultados alguns cuidados devem ser tomados. Aqueles alimentos que retêm uma grande quantidade de água (como por exemplo certos tipos de carnes,



que ao descongelar formavam grandes quantidades de água) devem ser deixadas sobre jornal em temperatura ambiente até o excesso de água ser absorvido (Tabela 1). Os grãos devem ser colocados em água durante aproximadamente duas horas antes do experimento para que possam ficar saturados com água. Isto é necessário porque estes alimentos ganham uma quantidade substancial de água quando secos e aumentam de massa, ou seja, incham (Finotti & Cerqueira, *com. pes.*). Depois de retirados da água, também são colocados sobre uma folha de jornal para a retirada de possíveis excessos de água pelo menos meia hora antes de serem pesados.

As caixas utilizadas para colocar os animais durante o experimento devem ser forradas com algum tipo de material que possibilite a absorção de urina, para que a mesma não influencie o peso dos alimentos. Também deve possibilitar a fácil visualização dos alimentos colocados, por exemplo o uso de maravalha pode prejudicar a visualização do consumo de alguns alimentos (*e.g.*, grãos). As caixas aonde os animais ficam acondicionados nos nossos experimentos são de polipropileno (0,49 × 0,34 × 0,16 m) e são forradas com jornal.

Depois de colocados os alimentos, os animais são pesados e colocados nas gaiolas em que se encontram os alimentos. Os experimentos devem começar no início do período de atividade das espécies, pouco antes dos animais entrarem em atividade. No caso de mamíferos noturnos, o início deve ocorrer no final da tarde, garantindo que todas as espécies sejam testadas em períodos similares de atividade. Desta maneira, são evitadas distorções resultantes de possíveis variações no ritmo circadiano.

Após 18 h a 24 h de experimentos os animais são retirados das gaiolas, pesados novamente, os itens alimentares verificados e pesados novamente caso tiverem sido consumidos. Alimentos deixados íntegros, sem marcas de dentes ou não fragmentados são considerados não consumidos. O consumo foi então medido como sendo a diferença entre a massa inicial e a massa final.

Sendo assim, alguns cuidados devem ser tomados na realização do experimento de preferência alimentar, a saber:

1. Os alimentos devem ser oferecidos *ad libitum*, portanto devem ser cortados pedaços de tamanhos suficientes, ou oferecidas quantidades suficientes como no caso dos grãos, de modo que o alimento não seja, totalmente consumido. Por exemplo, para *Didelphis aurita*, cada item deve ter em torno de 50 g, já que esse tamanho corresponde a cerca quase 100% a ¼ do volume máximo do estômago de um indivíduo adulto desta espécie (Santos, 2012) e, empiricamente, é um volume em que observamos não haver consumo completo do item. É também importante avaliar o tamanho das caixas utilizadas no experimento para que estas permitam acomodar o animal e os alimentos de forma que o animal possa circular pelo espaço e fazer a escolha dos itens sem danificá-los. Para a maioria dos animais testados no laboratório de Vertebrados da

UFRJ, cuja a massa variou de 30 a cerca de 2000 g, as gaiolas plásticas de polipropileno funcionavam muito bem. No entanto, para indivíduos maiores este tipo de gaiola pode apresentar problemas. Para o único indivíduo de *Myocastor coypus* (Molina, 1782) (ratão do banhado) que tentamos aplicar o teste utilizamos uma gaiola metálica de 115 × 55 × 60 cm forrada com jornal e sobre suporte de plástico com dimensões semelhantes as da gaiola. O experimento não foi bem-sucedido, os itens foram todos triturados e misturados, estavam muito úmidos, sendo impossível sua separação e mensuração. Sendo assim, pode ser que este experimento possa ser feito com indivíduos de espécies de mamíferos de médio porte, utilizando-se para isso gaiolas maiores ou recintos pequenos, no entanto, o sucesso do experimento irá depender das características de cada espécie.

2. Não se esquecer de fornecer água, e verificar, caso seja um bebedouro, se o bico não está vazando.
3. Os alimentos devem ser cortados de modo que as suas arestas não possuam imperfeições e estas sejam confundidas com mordidas.

Em alguns experimentos testamos a importância da perda de água dos alimentos e sua influência nos resultados de preferência alimentar, partindo da hipótese que poderia haver uma variação importante nos resultados dado o grau de desidratação de alguns itens alimentares. Então caixas controle, apenas com os itens alimentares e sem os bichos, foram colocadas durante a realização de alguns experimentos e a variação de massa de cada alimento foi medida. A variação de massa de alguns itens, no período de 18 a 24 horas, é de cerca de 2 a 8%, ocorrendo a maior perda de peso para as folhas. No caso de alguns grãos, como a soja e o amendoim, há um ganho de cerca de 2 a 5%. Estes resultados foram comparados e os resultados com relação a preferência não diferiram. Sendo assim, consideramos desprezível a perda de peso neste período e esta não foi levada em consideração (Finotti *et al.*, 2015).

O consumo de cada item e o índice de preferência (P) para cada alimento pode ser então calculado (Périsse *et al.*, 1989). O cálculo do índice de preferência é feito da seguinte maneira:

$$P = Fd/Fr$$

onde:

$$Fd = d \times 100 / \sum d$$

$$Fr = r \times 100 / \sum r$$

sendo Fd = frequência do item

d (dieta) = igual a quantidade consumida do item

$\sum d$  = total consumido de todos os itens

Fr = frequência do recurso

r (recurso) = quantidade oferecida de cada alimento e

$\sum r$  = somatório de todos os alimentos oferecidos.



**Tabela 2:** Lista de alimentos com respectivos conteúdos de macro nutrientes (proteínas, lipídios, glicídios (carboidratos não-estruturais) e fibras (carboidratos estruturais) presentes em 100 gramas de cada alimento.

| Alimentos    | Proteínas | Lipídios | Glicídios | Fibras | Variedade ou tipo         |
|--------------|-----------|----------|-----------|--------|---------------------------|
| Quiabo       | 1,8       | 0,2      | 7,4       | 2,21   |                           |
| Maçã         | 4         | 0,5      | 14,2      | 2,14   | Var. Fuji                 |
| Chuchu       | 0,9       | 0,2      | 7,7       | 1,15   |                           |
| Tomate       | 1         | 0,3      | 3,4       | 1,12   |                           |
| Uva          | 0,6       | 0,7      | 16,7      | 1,6    | Uva Itália                |
| Laranja      | 0,6       | 0,4      | 9,8       | 1,22   | Var. Seleta               |
| Banana       | 1,3       | 0,3      | 22,8      | 1,66   | Var. Prata                |
| Grão de bico | 7         | 0,5      | 16,9      | 8,16   |                           |
| Milho        | 11,8      | 4,5      | 70,7      | 6,86   | Milho Verde               |
| Amendoim     | 29,31     | 48,75    | 5,94      | 4,58   |                           |
| Girassol     | 25,37     | 51,3     | 5,29      | 7,8    |                           |
| Coco         | 5,7       | 50,6     | 27,9      | 7,81   | Albúmen sólido (polpa)    |
| Aipim        | 2         | 0,2      | 33        | 4,41   |                           |
| Cenoura      | 1,2       | 0,3      | 10,7      | 3,29   |                           |
| Inhame       | 0,5       | 0,2      | 5,8       | 2,51   |                           |
| Beterraba    | 0,3       | 0,1      | 9         | 2,71   |                           |
| Repolho      | 1,4       | 0,2      | 4,3       | 2,66   |                           |
| Alface       | 1,2       | 0,2      | 2,3       | 1,57   |                           |
| Cebolinha    | 3,25      | 0,49     | 7,48      | 1,6    |                           |
| Carne        | 19,5      | 11       | 0         | 0      | Músculo (lagarto)         |
| Camarão      | 21,2      | 1,8      | 0         | 0      | Camarão Cinza             |
| Ovo          | 13,1      | 11,1     | 0         | 0      | Ovo de codorna            |
| Galinha      | 21,3      | 7,1      | 0         | 0      | Peito de frango (músculo) |
| Peixe        | 20        | 1,3      | 0         | 0      | Músculo (filé de pescada) |
| Dobradinha   | 14        | 1,3      | 0         | 0      |                           |
| Rim          | 15,3      | 0,5      | 0         | 0      |                           |
| Batata       | 1,8       | 0,1      | 0         | 2,99   | Batata inglesa            |

Nesta fórmula, o consumo relativo de cada item alimentar é analisado de acordo com a sua disponibilidade relativa. Isto permite a distinção entre alimentos que podem ser considerados ótimos e subóticos.

Um alimento é dado como preferido pela espécie se atinge um índice de preferência maior ou igual a um para 50% ou mais dos indivíduos testados. Os itens alimentares que não foram eleitos como preferidos, seja por atingirem índices menores que um, seja por não atingirem esse valor para 50% da amostra, foram denominados como marginalmente preferidos, ou seja, são recursos subóticos que seriam eventualmente selecionados em caso de escassez de um recurso melhor. Os itens evitados (não tocados) possuem preferência igual a zero.

A partir dos consumos são calculadas as proporções de macro nutrientes (proteína, glicídio (carboidratos não-estruturais) e lipídios) e de fibras (carboidratos estruturais) consumidos, para cada espécie. As quantidades de macro nutrientes e de fibras para cada item alimentar são calculadas a partir de duas tabelas de conteúdos nutricionais (Franco, 1987; Mendez *et al.*, 1995 – Tabela 2). Também se encontram as variedades ou partes do item alimentar fornecido nos experimentos (no caso dos itens de origem animal) que são rotineiramente usadas, esta padronização é importante, pois variedades de um mesmo alimento podem apresentar pequenas modificações nos seus conteúdos nutricionais. Outra possibilidade é analisar o consumo agrupando

os itens por categorias alimentares: carne, frutos, sementes, folhas, artrópodes (camarão), raízes, tubérculos (batata). Desta forma, pode-se considerar os valores consumidos de cada categoria alimentar e calculá-los a partir do somatório das massas dos itens consumidos que o compõem. A proporção consumida de cada grupo é obtida a partir da sua divisão pelo total de alimentos consumido. Este agrupamento facilita a comparação dos itens consumidos no experimento de preferência entre as espécies e sua relação com os resultados de campo que utilizam os mesmos agrupamentos.

As quantidades nutricionais são estimadas através do peso úmido dos alimentos e não do peso seco, isto certamente superestima a quantidade de nutrientes ingeridos pois não é descontada a quantidade de água que ainda existe em cada item alimentar. Para isso, seria necessário a secagem dos mesmos até a obtenção de peso constante. Além disso, a utilização e obtenção de tais nutrientes vai depender da digestibilidade dos mesmos por cada espécie (Andriguetto *et al.*, 2006). Experimentos de digestibilidade foram feitos com *Philander frenatus* e *Didelphis aurita* através da oferta de dieta frugívora, carnívora e omnívora seguindo o protocolo de Caron *et al.* (1985), aonde o peso dos alimentos e das fezes eram medidos e as taxas de assimilação eram calculadas pela proporção entre os dois para cada dieta (Santori *et al.*, 1995a). Nesse experimento as duas espécies apresentaram taxas distintas de assimilação das diferentes dietas, tendo *Didelphis aurita* apresentado taxas de assimilação



maiores para a dieta omnívora e *Philander frenatus* para a dieta carnívora. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos nos experimentos de preferência alimentar, onde estas espécies mostram estas diferenças tanto na escolha dos itens como no cálculo das proporções de nutrientes utilizados, com *Philander frenatus* apresentando uma maior proporção de itens animais e proteínas na dieta quando comparado a *Didelphis aurita*. Desta forma, pode-se considerar que os resultados dos experimentos de preferência (Astúa de Moraes *et al.*, 2003), refletem de fato o conjunto de características morfológicas, fisiológicas e comportamentais que resultam na escolha da dieta. Apesar de suas imprecisões, fornecem dados que podem ser considerados úteis no estudo da ecologia alimentar e para o entendimento de aspectos fisiológicos e morfológicos das espécies.

Outra possibilidade interessante dos experimentos de preferência é a sua utilização para o estudo de aspectos da energética animal. Através das quantidades nutricionais calculadas é possível fazer a análise das quantidades de energia totais e derivadas de cada nutriente ingerido. As estimativas de tais quantidades estariam sujeitas aos mesmos erros relativos ao cálculo da massa de nutrientes anteriormente citados, mas de alguma forma poderiam fornecer pistas importantes sobre a tomada de energia pelas espécies bem como da função de cada nutriente neste processo. Finotti (2003), estudando roedores Equímideos, Cricetídeos e Sciurídeos em áreas de Floresta Ombrófila Densa de Mata Atlântica, correlacionou a massa corporal dos roedores e o consumo total de alimentos e encontrou um coeficiente de determinação de 0,55, muito próximo da relação achada por Nagy (1987) analisando dados de literatura para a taxa de alimentação (ingestão de matéria seca) em roedores de diferentes famílias e gêneros, que é de 0,564. Este valor está dentro da faixa de variação de 0,75, segundo o mesmo autor, indicando que a ingestão dos recursos alimentares observada no trabalho de Finotti (2003) está diretamente relacionada com a taxa metabólica das espécies estudadas, dado que nele não existem as restrições extrínsecas relacionadas com a aquisição do recurso (disponibilidade).

Os resultados obtidos com a utilização deste método mostram similaridades com os resultados obtidos em estudos de alimentação em ambientes naturais para pequenos mamíferos. O estudo de Astúa de Moraes *et al.* (2003) evidenciou que, em laboratório, as espécies tendem a escolher proporções de categorias alimentares similares as encontradas nos conteúdos fecais e estomacais (frutos, sementes e itens animais), sendo as diferenças encontradas entre as espécies quanto ao consumo destas categorias, coincidentes com aquelas encontradas em campo.

Outro estudo com roedores Sigmodontíneos e Equímideos de comunidades de Mata Atlântica também mostra que na maioria das espécies existe uma grande similaridade entre os resultados obtidos nos estudos de campo e nos estudos de laboratório (Finotti, 2003). Por exemplo, a alta diversidade da dieta e o maior grau de insetivoria da espécie *Akodon cursor* (Sigmodontinae)

em relação às demais espécies (Finotti, 2003; Finotti *et al.*, 2012).

Estes estudos possibilitaram também perceber que existe uma grande sobreposição na dieta, não existindo uma diferenciação tal entre as espécies de pequenos mamíferos a ponto de permitir suas classificações em categorias alimentares precisas (*e.g.*, frugívoras, carnívoras, insetívoras). Estas classificações devem ser sempre tomadas de forma relativa. Por exemplo, as espécies de marsupiais didelfídeos podem ser alocadas em um gradiente de frugivoria × carnivoria, de acordo com o consumo dos itens alimentares e a proporção de nutrientes na dieta (Astúa de Moraes *et al.*, 2003). As espécies mais frugívoras estão em um extremo deste gradiente aonde as proporções de itens tais como frutos e o consumo de carboidratos é maior e no outro extremo estão as espécies mais carnívoras aonde o consumo de itens animais e a proporção de proteínas é maior. As espécies intermediárias consideradas omnívoras apresentam consumos mais equitativos destes itens bem como uma proporção de mais equitativa no consumo de carboidratos e proteínas. Diferenças significativas são encontradas entre os extremos desse gradiente, mas não entre espécies próximas no mesmo. Sendo assim, pode-se dizer que as classificações destas espécies em categorias alimentares (guildas) muitas vezes, são pouco úteis, uma vez que, salvo casos extremos, todos usam, basicamente, as mesmas categorias alimentares, possuindo diferenciações muito sutis.

Outras possibilidades da utilização do método incluem a utilização do consumo de categorias alimentares e nutrientes para o entendimento das funções alimentares de cada categoria alimentar e no entendimento da função dos órgãos do trato digestório. Finotti *et al.* (2012), utilizando as proporções de nutrientes e categorias na dieta de *Akodon cursor* relacionaram estas proporções entre si e mostraram que as necessidades proteicas da espécie eram supridas, majoritariamente, pelo consumo de grãos e artrópodes e que as principais fontes de glicídios eram frutos e raízes. Além disso, testaram as hipóteses de relação entre as diferentes partes do tubo digestório e consumo de categorias alimentares e nutricional. Para isso, as medidas das diferentes porções do trato digestório foram utilizadas como variáveis independentes e as de categorias alimentares e proporções como variáveis dependentes utilizando método de seleção de modelos. A partir destas relações, encontraram que o consumo de lipídios mostrou relação com os comprimentos do intestino grosso e do reto, permitindo traçar hipóteses para o teste das diferenças específicas quanto a função das diferentes partes do trato digestório.

Uma limitação importante deste método é a baixa representação de artrópodes no conjunto dos itens ofertados. A utilização apenas do camarão como representante desta categoria alimentar é uma crítica constante dos revisores a muitos dos trabalhos acima citados (Astúa de Moraes *et al.*, 2003; Finotti *et al.*, 2012; Périssé *et al.*, 1989). De fato, a baixa representatividade deste grupo pode estar influenciando os resultados



obtidos e uma maior representação seria desejável. Na época em que os experimentos foram delineados e realizados no Laboratório de Vertebrados não haviam muitas opções no mercado, por isso a utilização dos camarões como item de fácil aquisição comercial e de conteúdo nutricional conhecido. Atualmente é possível a obtenção comercial de insetos de forma fácil e relativamente barata (<http://www.nutrinsecta.com.br/artigos/criacao-do-tenebrio-molitor>), o que pode fornecer informações mais acuradas sobre a utilização deste item nos experimentos de preferência em laboratório. Cabe ressaltar que, apesar de suas limitações, este item apresenta preferência elevada naquelas espécies consideradas mais insetívoras/carnívoras (Astúa de Moraes *et al.*, 2003; Finotti, 2003) o que demonstra que apesar das diferenças em suas características físicas e nutricionais, pode ser considerado satisfatório para as análises em questão.

Concluindo, os estudos de preferência alimentar em laboratório são uma excelente ferramenta para o estudo das diferenças do nicho alimentar fundamental das espécies e auxiliam no entendimento das diferenças encontradas em campo quanto a estruturação das comunidades de pequenos mamíferos. Além disso, permitem o estudo das características fisiológicas das espécies o que também contribui para o entendimento de aspectos evolutivos e sua relação com outros componentes do nicho. O método aqui apresentado é prático e barato, podendo ser facilmente executado em qualquer laboratório, em qualquer época do ano, não exigindo a utilização de aparelhos caros e sofisticados para a sua execução, desde que o mesmo tenha um espaço adequado para isso, como um biotério por exemplo, devidamente regularizado de acordo com as normas legais e com as devidas licenças. É possível também fazer tal experimento em campo, utilizando-se as mesmas gaiolas plásticas que se usariam em laboratório, novamente, observando-se as devidas licenças para captura e manipulação de animais exigidas pela legislação. Esperamos que com essa contribuição possamos estimular sua utilização fazendo com que o mesmo possa ser aprimorado ou mesmo utilizado em novas aplicações para o estudo da ecologia de pequenos mamíferos.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos toda a equipe do Laboratório de Vertebrados – UFRJ, pela ajuda no trabalho de campo e nos experimentos de laboratório. Angela M. Marcondes pelo suporte administrativo e Nélcio P. Barros e Rosana Juaizeiro pelo suporte técnico. Também agradecemos aos revisores pelas correções e sugestões que certamente melhoraram o manuscrito. Agradecemos também aos professores do laboratório de Vertebrados e aos diversos colegas mastozoólogos que contribuíram de forma crítica ao desenvolvimento do método e sua aplicação ao longo desses anos. As licenças para a coleta dos espécimes para a realização dos experimentos de preferência alimentar são: IBAMA – Outubro/2005 a Setembro/2006

nº 10, 87/05-RJ, processo nº 02022.003257/05-11, Outubro/2006 a Setembro/2007, nº 11, 099/06-RJ, processo nº 02022.003257/05-11, Janeiro/2008 a Julho/2009, nº 1213861-1 e Agosto/2008 a Julho/2009, nº 13861-2. Licenças para as coleção, manutenção e procedimentos experimentais foram: Proc. 02001.000384/00-12 (137/2002 – CGFAU/LIC – 16/12/2002 a 16/12/2003, Proc. 02001.000228/00-99 – 122/2002 – CGFAU/LIC – 02/12/2002 a 01/12/2003, Proc. 02001.007437/2002-60 – 0124/002 – CGFAU/LIC – 28/10/2002 a 27/10/2003 e 02022.002062/01-04. Alguns trabalhos mais antigos foram realizados quando não existiam as atuais regras legais, no entanto, todos eles sempre cumpriram com as leis brasileira e os padrões éticos. Os trabalhos que utilizaram o método de preferência alimentar aqui citados foram financiados por PPBIO/CNPq/MMA processo nº 457524/2012-0, PROBIO/MMA, FUIJ, CAPES, PIE/CNPq, FIOCRUZ e FAPERJ.

#### REFERÊNCIAS

- Abrams PA. 2000. The impact of habitat selection on the spatial heterogeneity of resources in varying environments. *Ecology* 81(100): 2902-2913.
- Abt KF, Bock WF. 1998. Seasonal variations of diet composition in farmland field mice *Apodemus* spp. and bank voles *Clethrionomys glareolus*. *Acta Theriologica*. 43(4): 379-389.
- Andriguetto J, Perly L, Minardi I. 2002. Nutrição Animal Volume I: as bases e os fundamentos da nutrição animal. Editora NBL, São Paulo.
- Arsenos G, Emmans GC, Kyriazakis I. 2000. Variation between individuals and the consequences for diet selection by groups of animals. *Animal Behaviour*. 60: 811-820.
- Astúa de Moraes D. 1998. Análise morfométrica do crânio e da mandíbula de marsupiais didelfídeos: implicações ecológicas e funcionais. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação de Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre – UFMG, Belo Horizonte. Pp. 154.
- Astúa de Moraes D, Santori RT, Finotti R, Cerqueira R. 2003. Nutritional and fiber contents of laboratory-established diets of neotropical opossums (Didelphidae). Pp. 221-237. Chapter 15. In: Predators with pouches: The Biology of Carnivorous Marsupials. Jones M, Dickman C, Archer M (Eds.). CSIRO Publishing, Australia.
- Augner M, Provenza FD, Villalba JJ. 1998. A rule of thumb in mammalian herbivores. *Animal Behaviour* 56: 337-345.
- Barboza PS, Parker KL, Hume ID. 2009. Integrative Wildlife Nutrition. Springer Science & Business Media.
- Belovsky GE, Schmitz OJ. 1994. Plant defenses and optimal foraging by mammalian herbivores. *Journal of Mammalogy* 75(4):816-832.
- Ben-Shahar R & Coe MJ. 1992. The relationships between soil factors, grass nutrients and the foraging behaviour of wildebeest and zebra. *Oecologia* 90: 422-428.
- Bernard C. 1978. Introdução à Medicina Experimental. Guimarães Editores, Lisboa. 280pp.
- Bondrup-Nielsen S, Foley PM. 1994. Long-term effects of malnutrition on reproduction: a laboratory study with meadow voles, *Microtus pennsylvanicus*, and red-backed voles, *Clethrionomys gapperi*. *Canadian Journal of Zoology* 72: 232-238.
- Brown JS, Morgan RA. 1995. Effects of foraging behaviour and spatial scale on diet selectivity: a test of fox squirrels. *Oikos* 74: 122-136.
- Cannon WB. 1929. Organization for physiological homeostasis. *Physiological Review* 9: 399-431.
- Caron L, Garant Y, Bergeron JM. 1985. The effect of digestibility on the reliability of food-habit studies from fecal analyses. *Canadian Journal of Zoology* 63: 2183-2186.
- Carvalho FMV, Pinheiro PS, Fernandez FAS, Nessimian JL. 1999. Diet of small mammals in Atlantic forest fragments in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*. Juiz Fora I: 91-101.



- Castellarini F, Agnelli HL, Polop JJ. 1998. Study on the diet and feeding preferences of *Calomys venustus* (Rodentia, Muridae). *Mastozoologia Neotropical* 5(1): 5-11.
- Cerqueira R, Fernandez FAS, Gentile R, Guapyassú SMS, Santori RT. 1993. Estrutura e variação da comunidade de pequenos mamíferos da restinga de Barra de Maricá, R.J. III Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura, Função e Manejo, ACIESP.
- Cerqueira R; Santori RT; Gentile R, Guapyassú SMS. 2003. Microgeographical ecological differences between two populations of *Akodon cursor* (Rodentia, Sigmodontinae) in a Brazilian restinga. *Journal of Advanced Zoology*, 24(1 & 2): 46-52.
- Charles-Dominique P, Atramentowicz M, Charles-Dominique M, Gerard H, Hladik A, Hladik CM, Prevost MF. 1981. Les mammifères frugivores arboricoles nocturnes d'une forêt guyanaise: interrelations plantes-animaux. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 35: 341-435.
- Christensen S, Agner T. 1982. Effects of Lithium on Circadian Cycles in Food and Water Intake, Urinary Concentration and Body Weight in Rats. *Physiology & Behavior* 28: 635-640.
- Contreras JR, Rossi MI. 1980. Comportamiento territorial y fidelidad al habitat en una población de roedores del centro de la provincia de Mendoza. *Ecologia Argentina* 5: 17-29.
- Cordero GA, Nicolas RAB. 1992. Comparacion de la dieta del rapielado (*Didelphis marsupialis*) en ambientes naturales e urbanos da Venezuela. *Acta Científica Venezolana* 43:159-163.
- Corp N, Gorman ML, Speakman JR. 1997. Apparent absorption and gut morphometry of Wood mice, *Apodemus sylvicatus*, from two distinct populations with different diets. *Physiological Zoology* 70(6): 610-614.
- Dejaco CE, Batzli GO. 2013. Palatability of plants to small mammals in nonnative grasslands of east-central Illinois. *Journal of Mammalogy*, 94(2): 427-435
- Derting TL, Bogue BA. 1993. Responses of the gut to moderate energy demands in small herbivore (*Microtus pennsylvanicus*). *Journal of Mammalogy* 74(1): 58-68.
- Diamond J, Case TJ. 1986. Community Ecology. Harper and Row Publishers, Inc., New York, USA, pp. 649.
- Ellis BA, Mills JN, Glass GE, McKee KT Jr, Enria DA, Childs JE. 1998. Dietary habits of the common rodents in an agroecosystem in Argentina. *Journal of Mammalogy* 79(4): 1203-1220.
- Elton, C. 1927. Animal Ecology. Macmillan, New York.
- Emlen JM. 1966. The role of time and energy in food preference. *American Naturalist* 100: 611-617.
- Engel L, Melo DA. 1993. Rodents in agroecosystems in the Cerrado Province of the Federal District (Brasília/DF/Brazil). *Ciência e Cultura* 45(2): 128-134.
- Finotti R. 2003. Ecologia alimentar de roedores de Mata Atlântica por meio da análise da preferência alimentar em laboratório. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado (Ecologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Finotti R, Santos MM & Cerqueira R. 2012. Diet, digestive tract gross anatomy and morphometry of *Akodon cursor* Winge (Sigmodontinae): relations between nutritional content, diet composition and digestive organs. *Mammalia* 76: 81-89.
- Finotti R, D'Andrea PS, Santos MM, Carvalhaes JG, Novaes RLM, Souza DDN, Cerqueira R. 2015. Diferenciação dos hábitos alimentares de três espécies do gênero *Thrichomys* (Rodentia, Echimyidae) através de experimento de preferência alimentar em laboratório. *Boletim da Sociedade Brasileira Mastozoologia* 74: 95-102.
- Focardi S, Marcellini P, Montanaro P. 1996. Do ungulates exhibit a food density threshold? A field study of optimal foraging and movement patterns. *Journal of Animal Ecology* 65: 606-620.
- Franco G. 1987. Tabela de composição química dos alimentos. 8ª ed. (Atheneu: Rio de Janeiro).
- Fritz H, Garine-Wichatitsky M de, Letesseeier G. 1996. Habitat use by sympatric wild and domestic herbivores in an African savanna woodland: the influence of cattle spatial behaviour. *Journal of Applied Ecology* 33: 589-598.
- Galef BG Jr. 1993. Functions of social learning about food: a causal analysis of effects of diet novelty on preference transmission. *Animal Behaviour* 46: 257-265.
- Galef BG Jr, Wright TJ. 1995. Groups of naive rats learn to select nutritionally adequate foods faster than do isolated naive rats. *Animal Behaviour* 49: 403-409.
- Galef BG Jr, Giraldeau L. 2001. Social influences on foraging in vertebrates: causal mechanisms and adaptive functions. *Animal Behaviour* 61: 3-15.
- Gannes LZ, O'Brien DM, Del Rio CM. 1997. Stable isotopes in animal ecology: assumptions, caveats, and a call for more laboratory experiments. *Ecology* 78(4): 1271-1276.
- Gentile R, D'Andrea PS, Cerqueira R, Maroja LS. 2000. Population dynamics and reproduction of marsupials and rodents in a Brazilian rural area: a five year study. *Studies in Neotropical Fauna and Environment* 35: 1-9.
- Gentile R, Finotti R, Rademaker V, Cerqueira R. 2004. Population dynamics of four marsupials and its relation to resource production in the Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Mammalia* 68(2-3): 109-119.
- Goodyear NC. 1992. Spatial overlap and dietary selectin of native rice rats and exotic black rats. *Journal of Mammalogy* 73 (1): 186-2.
- Grinnell J. 1917. The Niche-Relationships of the California Thrasher. *The Auk* 64: 427-433.
- Harvey IF. 1994. Strategies of Behaviour. Pp. 338, In: Butovskaya ML (Ed.), Behaviour and Evolution. Cambridge University Press, Cambridge – London.
- Heroldova M. 2002. Food selection of *Microtus agrestis* in air-pollution affected clearings in the Beskyy Mts, Czech Republic. *Folia Zoologica* 51: 83-91.
- Heroldova M, Tkadlec E, Bryja J, Zejda J. 2008. Wheat or barley? Feeding preferences affect distribution of three rodent species in agricultural landscape. *Applied Animal Behaviour Science*, 110: 354-362.
- Hume ID. 1982. Marsupial nutrition. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hutchinson GE. 1957. Concluding remarks. Cold spring harbor symposium on quantitative biology 22: 415-427.
- Jackson TP. 2001. Factors influencing food collection behaviour of Brants' whistling rats (*Parotomys brantsii*): a central place forager. *Journal of Zoology* 255: 15-23.
- Jensen SP. 1993. Temporal changes in food preferences of wood mice (*Apodemus sylvicatus* L.). *Oecologia* 94: 76-82.
- Juszczak M, Debeljuk L, Stempniak B, Steger RW, Fadden C, Bartke A. 1997. Neurohypophyseal vasopressin in the syrian hamster: response to short photoperiod, pinealectomy, melatonin treatment, or osmotic stimulation. *Brain Research Bulletin*. 42, 221-225.
- Kearney KM, Porter WP. 2004. Mapping the fundamental niche: physiology, climate, and the distribution of a nocturnal lizard. *Ecology* 85(11): 3119-3131.
- Kerley GIH. 1992. Trophic status of small mammals in the semi-arid Karoo, South Africa. *Journal of Zoology* 226: 563-572.
- Koteja P. 1996. Limits to the energy budget in a rodent, *Peromyscus maniculatus*: Does gut capacity set the limit? *Physiological Zoology* 69(5): 994-1020.
- Lawler LR, Foley WJ, Eschler BM, Pass DM, Handasyde K. 1998. Intraspecific variation in Eucalyptus secondary metabolites determines food intake by folivores marsupials. *Oecologia* 116: 160-169.
- Leite YLR, Stallings JR, Costa LP. 1994. Partição de recursos entre espécies simpátricas de marsupiais na reserva biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Biologia* 54 (3): 525-536.
- Leite YLR, Costa LP, Stallings JR. 1996. Diet and vertical space use of three sympatric opossums in a Brazilian Atlantic forest reserve. *Journal of Tropical Ecology* 12: 435-440.
- MacArthur RH, Pianka A. 1966. On optimal use of a patchy environment. *American Naturalists* 100:603-9.
- McClelland KLM, Hume ID, Soran N. 1999. Responses of the digestive tract of the omnivorous northern brown bandicoot, *Isodon macrourus* (Marsupialia, Peramylidae), to plant- and insect-containing diets. *Journal of Compared Physiology B* 169: 411-421.
- MacPherson SL, Servello FA, Kirkpatrick R. 1988. Seasonal variation in diet digestibility of pine voles. *Canadian Journal of Zoology* 66: 1484-1487.
- Machovsky-Capuska GE, Senior AL, Simpson SJ, Raubenheimer D. 2016. The Multidimensional Nutritional Niche. *Trends in Ecology and Evolution* 31: 355-365.
- Magnus A, Provenza FD, Villalba JJ. 1998. A rule of thumb in mammalian herbivores? *Animal Behaviour* 56: 337-345.





- Mendez MHM, Derivi SCN, Rodrigues MCR, Fernandes ML. 1995. Tabela de Composição química dos alimentos: amiláceos, cereais e derivados, frutas, hortaliças, Leguminosas, Nozes e Oleaginosas. 2ª ed. Rio de Janeiro: EDUFF.
- Monadjem A. 1997. Stomach contents of 19 species of small mammals from Swaziland. South Africa Journal of Zoology 32(1): 23-26.
- Murray BD, Dickman R. 1994. Granivory and microhabitat use in Australian desert rodents: are seeds important? Oecologia 99: 216-225.
- Nagy KA. 1987. Field metabolic rate and food requirement scaling in mammals and birds. Ecological monographs 57(2): 111-128.
- Naya DE, Karasov WH, Bozinovic F. 2007. Phenotypic plasticity in laboratory mice and rats: a meta-analysis of current ideas on gut size flexibility. Evolutionary Ecology Research 9: 1363-1374.
- Neal BR. 1984. Seasonal feeding habits of small mammals in Kenya. Zeitschrift für Säugetierkunde 49: 226-234.
- Oliveira MEES, Santori RT. 1999. Predatory behavior of the Opossum *Didelphis albiventris* (Marsupialia; Didelphidae) on the *Pit viper bothrops jararaca*. Studies on Neotropical Fauna and Environment 34(2): 72-75.
- Owl MY, Batzli GO. 1998. The integrated processing response of voles to fiber content of natural diets. Functional Ecology 12: 4-13.
- Passamani M. 1995. Vertical stratification of small mammals in Atlantic Hill forest. Mammalia 59(2): 276-279.
- Penry DL. 1993. Digestive constraints on Diet Selection. In: Diet Selection: an interdisciplinary approach to foraging behaviour. ed. Hughes R.N., Blackwell Scientific Publications, London. P. 32-55.
- Périssé M, Fonseca CRSD, Cerqueira R. 1989. Diet determination for small laboratory-housed wild mammals. Canadian Journal of Zoology 67: 765-778.
- Provenza FD, Cincotta RP. 1993. Foraging as self-organizational learning process: accepting adaptability at the expense of predictability. Pp. 78-101, In: Hughes RN (Ed.), Diet Selection: an interdisciplinary approach to foraging behaviour. Blackwell Scientific Publications, London.
- Randolph JC, Cameron GN. 2001. Consequences of diet choice by a small generalist herbivore. Ecological Monographs 71(1): 117-136.
- Raubenheimer D, Simpson SJ. 1993. The geometry of compensatory feeding in the locust. Animal Behaviour 45: 953-964.
- Raubenheimer D, Simpson SJ, Mayntz D. 2009. Nutrition, ecology and nutritional ecology: toward an integrated framework. Functional Ecology 23: 4-16.
- Rezsutek MJ, Cameron GN. 1998. Influence of resource removal on demography of attwater's pocket gopher. Journal of Mammalogy 79 (2): 538-550.
- Robbins CT. 1993. Wildlife Feeding and Nutrition. Academic Press.
- Sabat P, Bozinovic F. 2000. Digestive plasticity and the cost of acclimation to dietary chemistry in the omnivorous left-eared mouse *Phyllotis darwini*. Journal of Compared Physiology B 170: 411-417.
- Santori RT, Cerqueira R, Kleske CC. 1995a. Anatomia e eficiência digestiva de *Philander opossum* e *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae) em relação ao hábito alimentar. Revista Brasileira de Biologia 55 (2): 323-329.
- Santori RT, Astúa de Moraes D, Cerqueira R. 1995b. Diet composition of *Metachirus nudicaudatus* and *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae). Mammalia 59: 511-16.
- Santori RT, Astúa de Moraes D, Grelle CEV, Cerqueira R. 1997. Natural diet at a Restinga forest and laboratory food preferences of the opossum *Philander frenata* in Brazil. Studies on Neotropical Fauna and Environment 32: 12-6.
- Santori RT. 1998. Discrimination of two species of millipedes by the opossum *Didelphis albiventris* (Marsupialia, Didelphidae). Journal of Advanced Zoology, Gorakpur 19(2): 118-119.
- Santori RT, Astúa de Moraes D, Finotti R, Lessa LG, Cerqueira R. 2015. Inter and Intraspecific differences in food resources selection and use in captive *Philander frenatus* and *Didelphis aurita* (Didelphimorphia; Didelphidae). Oecologia Australis 19(1): 102-116.
- Santos RA. 2012. Anatomia, histologia e morfometria do estômago do gambá *Didelphis aurita* (Wied-Neuwied, 1826). Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação de Biologia Celular e Estrutural. Universidade Federal de Viçosa.
- Schmidt-Nielsen K., Schmidt-Nielsen B. 1987. Animal Physiology-environment and adaptation. Cambridge. London.
- Shettleworth SJ, Reid PJ, Plowright, CMS. 1993. The psychology of diet selection. Pp. 32-55, In: Hughes RN (Ed.), Diet Selection: an interdisciplinary approach to foraging behaviour. Blackwell Scientific Publications, London.
- Southwood TRE, Herderson PR. 2000. Ecological Methods. Blackwell Scientifics, Oxford.
- Stephens DW, Krebs JR. 1986. Foraging Theory, Princeton University Press, Princeton.
- Suarez OV, Kravetz FO. 1998. Transmission of food selectivity from mothers to offspring in *Akodon azarae* (Rodentia, Muridae). Behaviour 135: 251-259.
- Starck JM. 1999. Structural Flexibility of the Gastro-intestinal tract of vertebrates – Implications for Evolutionary Morphology. Zoologischer Anzeiger. 238: 87-101.
- Sullivan TP, Sullivan DS, Hogue EJ. 2001. Influence of diversionary foods on vole (*Microtus montanus* and *Microtus longicaudatus*) populations and feeding damage to coniferous tree seedlings. Crop Protection 20: 103-112.
- Turchin P, Batzli GO. 2001. Availability of food and the populations dynamics of arvicoline rodents. Ecology 82(6): 1521-1534.
- Vamosi JC, Armbruster WS, Renner SS. 2014. Evolutionary ecology of specialization: insights from phylogenetic analysis. Proceedings of the Royal Society B 281: 2014-2004.
- Veloso C, Bozinovic F. 1993. Dietary and digestive constraints on basal energy metabolism in a small herbivorous rodent. Ecology 74(1): 2003-2010.
- Vieira MV. 2002. Seasonal niche dynamics in coexisting rodents of the Brazilian Cerrado. Studies on Neotropical Fauna and Environment 38: 7-15.
- Vieira MV, Finotti R, Santori R. 2015 From simple questions to complex answers: a research program based on diet selection and water balance of small mammals. Oecologia Australis 19: 16-31.
- Whittaker RH, Levin SA, Root RB. 1973. Niche, habitat, and rctope. The American Naturalist 107: 321-338.
- Zuwang W. 1987. Some observations of Pocket gopher feeding behaviour. Acta Theriologica Sinica 7(1): 35-45.

Submetido em: 15/agosto/2017

Aceito em: 26/outubro/2018



## Uso do espaço por *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia) e *Wiedomys pyrrhorhinus* (Rodentia) em área de caatinga no alto sertão sergipano

Arthur Oliveira da Cruz  
oarthurcruz@gmail.com

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe  
Orientadora: Adriana Bocchiglieri (UFS)  
Co-orientador: André Faria Mendonça (UnB)  
Data da defesa: 24 de fevereiro de 2016  
Bolsista CAPES

Estudos sobre comunidades de pequenos mamíferos (roedores e marsupiais) demonstram diferentes padrões na utilização e seleção do espaço em relação à dieta, idade e sazonalidade, entre outros. Para avaliar estes padrões, a utilização de carretéis de rastreamento pode fornecer informações sobre a movimentação, estratificação vertical e o uso de abrigos e ninhos pelos animais. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a área de uso e seleção de microhabitat por *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia) e *Wiedomys pyrrhorhinus* (Rodentia) no Monumento Natural Grota do Angico (MNGA), entre os municípios de Canindé de São Francisco e Poço Redondo em Sergipe. O estudo foi conduzido através da utilização de armadilhas Sherman, para a captura dos indivíduos, e de carretéis de rastreamento para a caracterização do movimento desses animais em duas áreas de caatinga arbustiva arbórea do MNGA entre dezembro/2014 e setembro/2015. Foram obtidos dados sobre a área de uso diário (AUD), tortuosidade do movimento (TORT), uso do estrato vertical (VU) e uso do solo (%SOLO) para cada indivíduo. A amostragem da seleção e disponibilidade de microhabitat foi realizada com dados de cobertura do solo e de copa e obstrução foliar vertical apenas para a seca. Foram avaliados 44 trajetos (27 de *G. agilis* e 17 de *W. pyrrhorhinus*), totalizando 2.451,42 m de linha rastreada. Não foram encontradas diferenças nas variáveis de movimento entre as estações seca e chuvosa para as duas espécies ( $p > 0,0919$ ). Machos e fêmeas de *G. agilis* e de *W. pyrrhorhinus* também não apresentaram diferenciação nessas variáveis ( $p > 0,0643$ ). Comparando-se as duas espécies, houve diferença apenas no uso do estrato vertical ( $p = 0,0050$ ). Apenas as fêmeas de *W. pyrrhorhinus* evidenciaram selecionar o microhabitat durante o movimento diário ( $p < 0,0001$ ). Em relação ao tamanho da área de uso (AUD), *G. agilis* apresentou, no geral, uma área maior que *W. pyrrhorhinus*. Baixos valores de tortuosidade (TORT) encontrados podem ser associados à baixa densidade populacional dessas espécies na área. A diferença na utilização do estrato vertical (VU) era esperada, uma vez que *G. agilis* é reportado como uma espécie escansorial enquanto *W. pyrrhorhinus* é preferencialmente arborícola. A ausência, no geral, de seleção do habitat pelas variáveis ambientais amostradas sugere que *G. agilis* e *W. pyrrhorhinus* podem estar realizando essa seleção na escala de mesohabitat.



## Sincronização fótica de um roedor subterrâneo: um estudo cronobiológico de campo e de laboratório do tuco-tuco (*Ctenomys cf. knighti*)

Danilo Eugênio de França Laurindo Flôres  
danilo.eugenio.flores@gmail.com

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Ciências (Fisiologia Geral), Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo (IB-USP)

Orientadora: Gisele Akemi Oda (USP)

Co-orientadora: Veronica Sandra Valentinuzzi (CRILAR)

Data da defesa: 07 de novembro de 2011

Bolsista CAPES

As variáveis biológicas de muitos seres vivos apresentam ritmos diários, em paralelo ao dia e à noite do ambiente. A maioria desses ritmos não é uma mera reação aos estímulos cíclicos do ambiente: eles são ritmos circadianos gerados endogenamente por um temporizador interno – o oscilador circadiano – que sustenta uma ritmicidade com período diferente de 24 horas na ausência de pistas ambientais, mas se sincroniza para um período de 24 horas quando exposto ao ambiente cíclico. Em mamíferos, o oscilador circadiano se localiza no cérebro e pode ser sincronizado pelo ciclo diário de claridade e escuridão (ciclo CE) do dia e da noite transmitido através das retinas. Animais subterrâneos passam boa parte do tempo abaixo da terra, onde as condições ambientais variam menos que na superfície. Em razão disso, questiona-se até que ponto estes animais mantêm ritmos circadianos e se seus osciladores circadianos se baseiam no ciclo CE para se sincronizar com o ambiente. Procuramos responder essas questões nos roedores subterrâneos da espécie *Ctenomys cf. knighti* (tuco-tucos). Em campo, realizamos observações visuais diretas para registrar o padrão temporal de exposição à luz. Em laboratório, construímos a Curva de Resposta de Fase (CRF), que consiste em medir indiretamente a resposta do oscilador circadiano a estímulos luminosos em diferentes momentos do dia. Por fim, recorremos a simulações computacionais de um modelo matemático de oscilador, para integrar os dados anteriores. Verificamos, em campo, que os tuco-tucos se expõem, diariamente, a pulsos de luz irregularmente distribuídos nas horas claras do dia levantando alguns questionamentos sobre sua capacidade como sincronizador dos ritmos em campo. Contudo, a CRF nos indicou que o sistema circadiano dos tuco-tucos responde a estímulos luminosos de forma semelhante aos animais não subterrâneos. Nós verificamos 3 hipóteses: ou a informação da exposição à luz em campo é suficiente para sincronizar o oscilador circadiano, apesar da aparente irregularidade; ou a CRF do tuco-tuco possui alguma característica que facilita a sincronização pelo regime observado de exposição à luz; ou seu sistema circadiano se baseia em outra pista temporal do ambiente para se manter sincronizado. Nossas simulações computacionais indicaram que a primeira hipótese é a mais provável, visto que os padrões de exposição à luz simulados, como aqueles observados em campo, com o mínimo de informação temporal, ainda assim são suficientes para sincronizar os osciladores. Em conjunto, nossos dados indicam que o ciclo claro-escuro tem um papel importante na sincronização dos ritmos circadianos dos tuco-tucos na natureza.



## Evolução morfológica na radiação dos roedores sigmodontíneos: ecologia e história evolutiva

Renan Maestri  
renanmaestri@gmail.com

Tese de Doutorado

Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Orientador: Thales Renato Ochotorena de Freitas (UFRGS)

Data da defesa: 03 de março de 2017

Bolsista CAPES

Prêmio Capes 2018 de melhor tese na área de Biodiversidade

(<http://www.capes.gov.br/premiocapesdetese/noticias/pct/9113-teses-premiadas-em-2018>)

Radiações evolutivas estão entre os eventos mais fascinantes da evolução. Grande parte da diversidade da vida, tanto de espécies como ecológica, surgiu nos breves intervalos temporais de rápida especiação que configuram as radiações. As causas ecológicas e não-ecológicas do surgimento da diversidade em radiações evolutivas, em especial nas radiações adaptativas, são tema de pesquisa há muito tempo, pelo menos desde que Darwin observou a imensa diversidade de um grupo de pássaros nas ilhas Galápagos. Desde então, as ilhas têm sido os ambientes ideais para o estudo desse fenômeno, e foi a partir das observações e experimentos em ilhas que toda a teoria ecológica das radiações evolutivas surgiu. Contudo, as causas ecológicas das radiações explosivas ocorridas em amplas escalas continentais permanecem tema de constante debate. Nesta tese, foram investigados os determinantes ecológicos e não-ecológicos (e.g., geografia, contingências históricas, efeitos filogenéticos) da evolução morfológica dos roedores sigmodontíneos durante sua radiação na região Neotropical, em especial no continente sul-americano. Para isso, foi quantificada a morfologia do crânio e mandíbula de mais de dois mil exemplares do grupo, e foram investigadas variações ecomorfológicas nos níveis interespecífico (I), intraespecífico (II), e entre assembleias de sigmodontíneos (III). Na Parte I da tese, foram investigadas duas predições da teoria da radiação adaptativa, a correlação-fenótipo ambiente (capítulo 1) e a funcionalidade do fenótipo através da força da mordida (capítulo 2), permitindo determinar o papel da divergência ecológica na evolução morfológica das espécies. Na Parte II (capítulo 3), foram investigadas as contribuições relativas de processos determinísticos e neutros sobre a variação morfológica entre populações de uma espécie de roedor sigmodontíneo amplamente distribuída, *Akodon cursor*. Na Parte III, a influência da variação ambiental e da distribuição espacial das linhagens filogenéticas de sigmodontíneos sobre o tamanho corporal (capítulo 4) e forma do crânio e mandíbula (capítulo 5), foram investigados no contexto biogeográfico da variação no tamanho e forma média entre assembleias de sigmodontíneos. As contribuições originais desta tese foram: (i) mostrar que a radiação evolutiva dos roedores sigmodontíneos foi guiada principalmente por fatores históricos e geográficos ao invés de fatores ecológicos; (ii) sugerir que radiações evolutivas ocorridas em escalas continentais, especialmente de roedores, têm um componente geográfico e histórico mais determinante do que o componente ecológico; (iii) revelar que a força da mordida varia pouco entre roedores sigmodontíneos herbívoros e granívoros, o que provavelmente é resultado do fenótipo generalista desses roedores; (iv) apontar que sigmodontíneos com dieta insetívora têm uma taxa de evolução mais rápida, e parecem estar evoluindo sua forma do crânio/mandíbula e sua força da mordida em uma direção diferente das demais espécies; (v) demonstrar que, dentro de uma espécie de sigmodontíneo (*Akodon cursor*), fluxo gênico e deriva genética explicam melhor a forma do crânio entre populações, enquanto a variação ambiental explica melhor o tamanho do crânio, indicando que o tamanho é uma característica mais lábil e mais sujeita a pressões ambientais do que a forma do crânio; (vi) mostrar que a variação biogeográfica, tanto do tamanho quanto da forma média do crânio/mandíbula entre assembleias de sigmodontíneos, está sob influência da distribuição diferencial das linhagens filogenéticas ao longo do espaço geográfico, bem como de variáveis ambientais; o que indica conservação filogenética de nicho à nível de metacomunidades. De modo geral, ao investigar as contribuições relativas dos componentes adaptativo e não-adaptativo da evolução morfológica, foram obtidas informações importantes para conhecer as causas da diversificação morfológica em Sigmodontinae, aumentando nosso conhecimento sobre as origens de toda a diversidade biológica.





# A fauna atropelada em rodovias do sudoeste goiano e as implicações para a conservação

Jefferson Eduardo Silveira Miranda  
jefferson.jesm@gmail.com

*Dissertação de Mestrado*  
*Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT*  
*Orientador: Ricardo Keichi Umetsu*  
*Co-orientador: Fabiano Rodrigues de Melo*  
*Data da Defesa: 19 de março de 2016*  
*Bolsista CAPES*

Originalmente com cerca de dois milhões de quilômetros quadrados, o Cerrado é o segundo bioma brasileiro em extensão. A mecanização da agricultura e a abertura de estradas para a região central do Brasil na década de 50 tornaram o Cerrado na nova fronteira agrícola nacional. Estima-se que menos de 20% do Cerrado ainda remanesça sem o impacto antrópico sendo que o Estado de Goiás é um dos locais com maior nível de antropização. Este rápido processo de perda de áreas naturais aliado a uma alta taxa de endemismo de espécies coloca o Cerrado entre as áreas mais ricas e altamente ameaçadas no mundo, um *hot spot* de biodiversidade. Atropelamentos em rodovias são responsáveis pela perda de cerca de mais de 400 milhões de animais por ano, sendo a principal ameaça para várias espécies de vertebrados. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos das características da paisagem sobre o número de atropelamentos de vertebrados no Sudoeste de Goiás, uma importante região para a produção agropecuária bem como para o escoamento da produção nacional. Para isso percorremos 9.673,2 km em viagens mensais durante o ano de 2014 para os municípios de Itajá, Aporé, Doverlândia, Portelândia e Acreúna partindo de Jataí, registrando todos os atropelamentos de vertebrados encontrados. As métricas da paisagem foram realizadas no programa FragStats por meio de imagens de satélite Landsat 8. A influência das métricas de paisagem sobre o número de total de animais atropelados, de aves e de mamíferos em cada segmento de rodovia foi analisada através de um Modelo Linear Generalizado que revelou repulsão dos animais por áreas antropizadas, bem como um padrão de preferência por áreas com menos fragmentos. Quantidade de pasto ( $\beta = -0,0004097$ ;  $p < 0,001$ , tabela 2) e a quantidade de área urbana ( $\beta = -0,0009403$ ;  $p < 0,001$ , tabela 2) foram os preditores significativos para o número de atropelamentos totais. Enquanto isso, a quantidade de pasto para aves ( $\beta = -0,0004251$ ;  $p < 0,001$ ) e para mamíferos ( $\beta = -0,0004039$ ;  $p < 0,009$ , tabela 2) foi a única variável significativa. O melhor modelo selecionado para o número de atropelamentos totais apresentou quantidade de pasto e quantidade de área urbana, seguido por um modelo que incluiu o número de fragmentos ( $\Delta AICc = 1,32$ ). Nossos resultados demonstraram melhores relações com áreas antropizadas, mesmo que negativamente, e creditamos isso ao fato da região ser bastante antropizada pela agropecuária. Por isso sugerimos que os movimentos em torno das rodovias devam ser estudados para melhor compreensão da utilização da rodovia por vertebrados.



# Variabilidade morfológica do gênero *Carollia* Gray, 1838 (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) na Amazonia Brasileira

Catarina Pereira Souza  
leotrevelin@hotmail.com

*Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará*

*Orientador: Dr. Leonardo Carreira Trevelin*

*Co-orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Cristina Santos Costa*

*Data da Defesa: 03 de abril de 2017*

*Bolsista PIBIDI*

O gênero *Carollia* é um dos grupos de morcegos mais comuns da região Neotropical. Dada sua abundância, ampla distribuição e importância ecológica, muitos estudos têm sido realizados com estes organismos, contudo os limites da variação morfológica entre as espécies desse gênero permanecem incertos. Baseado em caracteres qualitativos e quantitativos, este estudo analisou a variabilidade morfológica do gênero *Carollia* para a Amazônia brasileira, avaliando a estruturação desta variabilidade ao longo de sua extensão geográfica. O estudo foi composto por 263 amostras compreendendo todos os estados que compõem a Amazônia brasileira e, a partir da taxonomia atual do gênero, cada exemplar foi atribuído a uma unidade taxonômica operacional (OTU). Utilizando técnicas multivariadas, os resultados evidenciaram que a diagnose atual não é suficiente para toda a variação esperada para o gênero *Carollia* na Amazônia brasileira. O grupo *castanea-benkeithi*, apesar de apresentar grande sobreposição na morfometria, foi satisfatoriamente diagnosticado através da morfologia qualitativa, confirmando a ocorrência apenas da espécie *C. benkeithi* na Amazônia brasileira. Por outro lado, não foram evidenciadas diferenças significativas entre as espécies do *Carollia brevicauda* e *C. perspicillata*, bem como entre seus agrupamentos geográficos intraespecíficos, e para 48% das amostras estudadas não foi possível atribuir uma diagnose. Apontamos a necessidade da associação de técnicas morfométricas com evidências moleculares e citogenéticas para melhores esclarecimentos dos padrões morfológicos e geográficos no gênero.



## Circadian rhythm of body temperature in the tuco-tuco (*Ctenomys* aff. *knighti*), a South-American subterranean rodent

Patricia Tachinardi  
p.tachinardi@gmail.com

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciências (Fisiologia Geral), Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo (IB-USP)  
Orientadora: Gisele Akemi Oda (USP)  
Co-Orientadora: Verónica Sandra Valentinuzzi (CRILAR)  
Data da defesa: 19 de junho de 2012  
Bolsista CNPq e FAPESP

In mammals, body temperature (Tb), as well as locomotor activity, changes during the day, exhibiting a rhythmic pattern. This daily rhythmicity is generated endogenously by circadian oscillators. Usually, the highest Tb values occur simultaneously to locomotor activity. Nevertheless, daily Tb changes are observed even in immobile individuals. This fact is evidence that the Tb rhythm is not a mere consequence of the acute effects of locomotor activity. The present work, which was performed in the research center CRILAR, in Argentina, had the objective of studying the circadian rhythm of Tb in the subterranean rodent *Ctenomys* aff. *knighti* (tuco-tuco) and its temporal relationship with the locomotor activity rhythm. The characterization of the Tb rhythm in this animal is especially interesting because it inhabits the subterranean environment, which poses challenges to both rhythmic expression (because environmental cycles are either absent or have low amplitude) and thermoregulation (due to high relative humidity, hypoxic atmosphere and limited ventilation). We measured Tb and locomotor activity of tuco-tucos under controlled laboratory conditions. An initial characterization showed that the tuco-tuco's Tb rhythm persisted even in constant darkness and constant temperature. This rhythm synchronized to a daily light/dark cycle, with highest values occurring during the dark phase. Tb and locomotor activity rhythm were robustly associated in time. Then, we investigated whether the wheel running would modify the Tb rhythm amplitude, because this behavior involves intense muscular activity. However, we observed that the amplitude is only slightly altered upon running-wheel removal and that in the absence of the wheel tuco-tucos substitute running with other behaviors which also have acute effects on Tb. Applying a statistical method, which was also used to filter Tb data, we verified that there is a stronger correlation between Tb changes and activity in the beginning of the night. Finally, we investigated whether the Tb rhythm is also under control of the suprachiasmatic nuclei, which are knowingly the circadian oscillators for the locomotor activity rhythm. We used an approach which involved neurally intact animals, by comparing the rhythmic patterns of Tb and locomotor activity rhythms during the occurrence of a phenomenon called "splitting". In most cases, splitting patterns of both Tb and locomotor activity rhythms were identical, indicating a common temporal control of these two variables. Nevertheless, we observed, in one animal, differences between the two rhythms, which suggest that the circadian control might be even more complex.



## Pós-efeitos da sincronização em campo e a fase de atividade do roedor subterrâneo tuco-tuco (Rodentia: Ctenomyidae)

Barbara Mizumo Tomotani  
babi.mt@gmail.com

*Dissertação de Mestrado*

*Programa de Pós-Graduação em Ciências (Fisiologia Geral), Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo (IB-USP)*

*Orientadora: Gisele Akemi Oda (USP)*

*Co-orientadora: Veronica Sandra Valentinuzzi (CRILAR)*

*Data da defesa: 09 de dezembro de 2011*

*Bolsista CNPq*

Os tuco-tucos de Anillaco (*Ctenomys cf. knighti*) são roedores subterrâneos noturnos quando colocados em ciclo claro-escuro no laboratório. Com o interesse de se investigar o quanto um animal subterrâneo se expõe à luz, foi realizado um experimento de observação contínua em campo durante as horas de claro do dia. Três indivíduos, um em cada estação, foram observados em uma arena semi-natural. Essas observações revelaram que os tuco-tucos não apenas saíam freqüentemente durante as horas de claro do dia, como também apresentavam atividades robustas de forrageamento e remoção de terra de seus túneis. Uma vez que não se tinha conhecimento da atividade abaixo da terra ou durante à noite, foram examinados os pós-efeitos do arrastamento em campo para se investigar se o ritmo estaria sincronizado em campo e o quanto da atividade observada correspondia à atividade total do animal. Os pós-efeitos foram acessados pela transferência dos animais observados diretamente da arena para condições constantes. Surpreendentemente os animais exibiram uma atividade robusta concentrada na fase correspondente à noite ambiental sem transientes e sem traços da atividade diurna previamente observada em campo. Esse padrão foi observado em outros 10 animais trazidos dessa vez diretamente do campo e colocados em condições constantes. Além disso, não foram observadas diferenças na fase de atividade de animais com e sem acesso a rodas de atividade. Portanto, nosso estudo com esses animais subterrâneos pode contribuir com elementos ecológicos nas discussões recentes sobre o significado da atividade diurna em animais que são noturnos segundo a fase do oscilador.





# NORMAS DE PUBLICAÇÃO (Atualizada em Janeiro 2018)

## INFORMAÇÕES GERAIS

O Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (BolsBMz) é uma revista da Sociedade Brasileira de Mastozoologia (SBMz) que publica artigos, notas e ensaios, revisados por pares, sobre temas relacionados aos mamíferos, sem custos para os sócios quites da SBMz. Resumos de teses, dissertações ou trabalhos de conclusão de curso defendidos/apresentados podem também ser enviados para publicação. Outros tipos de publicações dependem de convite dos editores. São aceitos manuscritos em Português, Espanhol e Inglês. Para não sócios da SBMz serão cobrados R\$ 40,00 por página publicada.

Submissões devem ser enviadas por e-mail para [bolsbmz@gmail.com](mailto:bolsbmz@gmail.com), informando que trata-se de trabalho inédito, não submetido a outro periódico. O envio deve ser feito com cópia para os demais autores, oficializando a concordância quanto à submissão/publicação. Podem ser sugeridos revisores ou a exclusão por conflito de interesse, informando seus nomes e endereços eletrônicos.

## FORMATO

Manuscritos devem ser enviados em arquivos .docx, fonte Calibri tamanho 12, espaçamento duplo, margens de 2,5 centímetros. Parágrafos justificados também à direita, com espaçamento auto antes e depois e a primeira linha com recuo de 1 cm. Páginas sequencialmente numeradas, bem como as linhas – desde o título.

Expressões em outras línguas, inclusive latim, nomes de gêneros, espécies e subespécies devem vir em *italico*. Em todo o manuscrito utilizar sistema métrico e graus Celsius. Figuras referidas no texto como “Figura 1” ou “Figuras 1 e 2”, tabelas como “Tabela 1” ou “Tabelas 1 e 2”. Números de um a nove por extenso. Horas no sistema de 24 horas. Coordenadas devem estar no formato 00°00’00”, seguidas de S e O/W (de acordo com o idioma do texto) e incluir o Datum usado.

Os manuscritos devem seguir o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica, e espécimes devem apresentar informações sobre número de tombo e acrônimo de coleção depositária. Amostras de tecidos, parasitas e células em suspensão devem ser relacionadas aos respectivos exemplares. Números de acesso às sequências no Genbank ou EMBL são obrigatórios. Números da Licença de Coleta e de aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal devem ser informados no último parágrafo do “Material e Métodos”. Não são aceitas notas de rodapé.

## SUBMISSÃO

**Página de Rosto:** com **Título** e **Título Resumido** na mesma língua do manuscrito, **Nome Completo dos Autores** (após cada nome incluir, em sobrescrito, número da instituição), **Nome das Instituições** (instituição com nome por extenso e abreviado, departamento ou equivalente, seção ou equivalente, laboratório ou equivalente, cidade, estado e país). Estas informações poderão ser em português, espanhol ou inglês, dependendo do idioma utilizado no manuscrito. O E-mail do autor para correspondência deve ser marcado com um asterisco (\*) logo após o número que identifica a instituição. Exemplo:

## Morfologia crânio-dentária de *Akodon cursor* (Cricetidae; Rodentia) da Amazônia brasileira

Título resumido: Morfologia de *Akodon* da Amazônia

Lena Geise<sup>1,\*</sup>, Erika Hingst-Zaher<sup>2</sup> & Mariana Dutra Fogaça<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Instituto de Biologia, Departamento de Mastozoologia, Laboratório de Mastozoologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pirenópolis (UFP), Instituto Biológico, Departamento de Zoociências, Santa Maria, RS, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade do Nordeste (UdN), Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, Laboratório de Comportamento Animal, Jeriquaçu, CE, Brasil.

\* Autor para correspondência: [lgeise@uol.br](mailto:lgeise@uol.br)

**Demais Páginas:** para **ARTIGOS**, **NOTAS** e **ENSAIOS**, todos com Resumo e até cinco Palavras-Chave e **Abstract**, precedido pelo título em inglês e até cinco **Key-Words**. Artigos em espanhol com Resumo em espanhol e **Abstract**. Artigos em inglês com **Abstract** seguido do Resumo precedido do título em português. Resumo e **Abstract** de artigos e ensaios com até 250 palavras e de notas com até 100 palavras. Palavras-Chave e **Key-Words**, em ordem alfabética, separadas por ponto e vírgula. O corpo do texto de **ARTIGOS** dividido em **Introdução**, **Material e Métodos** (sem subdivisões ou subtítulos), **Resultados** (sem subdivisões ou subtítulos), **Discussão** (sem subdivisões ou subtítulos), **Agradecimentos**, **Referências**, **Apêndices** (quando houver), **Legendas de Figuras** e **Legendas de Tabelas** (seguidas das respectivas tabelas), todos no mesmo documento. As Figuras também devem ser enviadas em arquivos separados com alta resolução (ver especificações abaixo). **NOTAS** não apresentam divisões ou apêndices, sendo um texto corrido, com dois parágrafos introdutórios, métodos de forma resumida, resultados preferencialmente em forma de tabela, contendo no máximo uma foto, um mapa e texto de até um parágrafo, seguido de uma breve discussão de no máximo três parágrafos. Agradecimentos, referências, tabelas, figuras e legendas da mesma forma como para os artigos. **ENSAIOS** de formato mais livre, com ou sem subtítulos, tabelas e figuras. Agradecimentos, referências, tabelas, figuras e legendas da mesma forma como para os artigos.

Citações no corpo do texto organizadas primeiramente em ordem alfabética e, após, em ordem cronológica. Evitar a citação de dissertações e teses. Resumos de congressos e reuniões científicas não serão aceitos. Devem aparecer como: Cerqueira (1998) ou Cerqueira (1998: 14-20) ou Cerqueira (1998: figs. 1, 2) ou Cerqueira (1998a, b) ou Cerqueira et al. (1998) ou Bonvicino & Oliveira (1998) ou Adams (2000), Bonvicino & Oliveira (1998a, b) e Markham (1890) ou (Cerqueira, 1998) ou (Adams, 2000; Bonvicino & Oliveira, 1998a, b; Markham, 1890) ou (M. de Vivo, *com. pess.* ou *pers. comm.* – de acordo com o língua do texto) ou (Cerqueira et al., 1998). Sites deverão vir no formato <http://www.citacaosite.com/xxxx/xadfasdf-asdfasdf/92832764>.

Todas as citações do texto, tabelas, figuras, apêndices e, quando houver, informação suplementar *online*, listar em ordem alfabética e cronológica em Referências. Quando



necessário incluir letras após o mesmo ano de um mesmo autor (Marconi, 1856; Marconi, 1900a; b). Campos gerados por programas de referência devem ser removidos antes da submissão. Seguem-se exemplos de formatação das referências:

#### Artigos:

Silva MJJ, Patton JL, Yonenaga-Yassuda Y. 2006. Phylogenetic relationships and karyotype evolution in the sigmodontine rodent *Akodon* (2n=10 and 2n=16) from Brazil. *Genetics and Molecular Biology* 29(3): 469-474. <http://doi.org/10.1590/S1415-47572006000300012>.

Voss RS, Lim BK, Díaz-Nieto JF, Jansa SA. 2013. A new species of *Marmosops* (Marsupialia, Didelphidae) from the Pakaraima Highlands of Guyana, with remarks on the origin of the endemic Pantepui mammal fauna. *American Museum Novitates* 3778: 1-27. <http://hdl.handle.net/2246/6439>.

#### Livros:

Jones M, Dickman C, Archer M. 2003. *Predators with pouches. The biology of carnivorous marsupials*. CSIRO Publishing, Collingwood.

#### Capítulos de Livro:

Oliveira JA, Bonvicino CR. 2006. Ordem Rodentia. Pp. 347-400. In: Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA, Lima IP (Eds.), *Mamíferos do Brasil*. Editora Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

#### Dissertação ou Tese:

Loretto, D. 2012. *Ecologia de pequenos mamíferos arborícolas: estado do conhecimento, métodos de amostragem e estudo populacional, com ênfase no bioma da Mata Atlântica*. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (Ecologia), Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

#### Conteúdo de Website:

Vieira E, Christoff A. 2008. *Wilfredomys oenax*. IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2013.1. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em: 13 de agosto de 2018.

IUCN. 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Versão 2013.1. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>. Acessado em: 13 de agosto de 2018.

#### Software:

Maddison WP, Maddison DR. 2009. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis, Versão 2.7.1. Disponível em: <http://mesquiteproject.org>.

#### Pacotes de Software:

Harmon LJ, Weir J, Brock C, Glor R, Challenger W, Hunt G. 2009. Geiger: analysis of evolutionary diversification, R package. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=geiger>.

**Informação Suplementar Online:** Deve ser citada no texto como Figura S1, Apêndice S1, Tabela S1, Áudio S1, Vídeo S1, etc. Ao final da discussão, antes dos agradecimentos, incluir um parágrafo informando: "Informações suplementares encontram-se em [www.sbmz.org](http://www.sbmz.org)" bem como uma breve legenda para cada arquivo.

**Legendas de Tabelas e Figuras:** Para cada tabela e figura. Nomes científicos devem aparecer por extenso. Fotos devem incluir os autores.

**Tabelas:** Apresentadas após as legendas de Tabelas e de Figuras. Devem ser autoexplicativas, não repetindo informações das figuras ou texto. Formatadas apenas com linhas horizontais.

**Figuras:** Devem resumir de forma visual, para complementar e não repetir, informação fornecida no texto, enviadas em arquivos separados. Figuras importantes, mas não essenciais, devem ser submetidas como Informação Suplementar Online. Figuras coloridas serão apenas na versão em PDF, disponibilizada online. Figuras e gráficos devem ter resolução mínima de 300 dpi. As figuras e os gráficos coloridos serão convertidos em preto e branco para publicação impressa. Figuras/Pranchas/Ilustrações, em formato bitmap, que forem legendadas/numeradas que ocupem 2 (duas) colunas (17 cm) devem ser formatadas com corpo 14, e as que ocupam uma coluna (8 cm), formatadas com corpo 10, mantendo o arquivo com camadas abertas nas extensões PSD ou TIF. Caso não possuam textos, o formato pode ser JPG ou BMP, com resolução mínima de 300 dpi. Gráficos devem ser enviados como arquivos vetoriais (XLS, AI, CDR, EPS). Caso a figura necessite de maiores detalhes, antes da publicação poderá ser solicitado aos autores o envio em melhor resolução. Uma barra de escala deve estar incluída, indicando o tamanho absoluto, quando aplicável. O comprimento da barra de escala deve estar especificado na legenda. As legendas não devem conter informação sobre o fator de magnificação (e.g., x7000; x80000). As figuras devem ser montadas de maneira a minimizar áreas brancas.

Todas as figuras devem ser citadas no texto como Figura (s). Figuras de outras publicações mencionadas no texto devem vir em minúscula (figura). No caso de figuras compostas, cada parte deverá ser referida no texto como Figura 1A, Figura 1B, Figura 2C-D, etc. Neste caso, letras devem ser colocadas no canto inferior direito de cada ilustração. Os autores devem sugerir, no texto, onde as figuras podem ser inseridas.

**Crítérios para Submissão e Revisão** – Manuscritos submetidos deverão vir acompanhados de: (1) recibo de pagamento do ano da submissão, da anuidade da SBMZ; (2) declaração de que se trata de trabalho inédito e não submetido ou publicado em outro periódico e (3) declaração de ciência da submissão por todos os autores. Os critérios para publicação são a qualidade e relevância do trabalho, clareza do texto, qualidade das figuras e formato de acordo com as regras de publicação. No caso de resumos de teses, dissertações e trabalhos de final de curso, considera-se que o processo de revisão foi feito pela banca avaliadora do trabalho, e serão publicados na íntegra sem passar por processo de revisão adicional.

Submissões são direcionadas aos Editores Associados, que os enviarão para pelo menos dois revisores. Os Editores Associados retornam as revisões e recomendações para os Editores para decisão final. Toda a comunicação é registrada por meio eletrônico entre os Editores e o autor correspondente. As contribuições enviadas para a categoria "Resumos" não são submetidas ao processo de revisão (ver em "Aspectos Gerais").

**Números Especiais:** Também poderão ser publicadas monografias e estudos de revisão de até 350 (trezentas e cinquenta) páginas, individualmente, em números especiais propostos por sócios da SBMZ. Como apenas um número limitado deste tipo de trabalho poderá ser publicado por ano, os autores interessados devem entrar em contato com os Editores previamente à submissão. Números Especiais propostos por sócios seguem as mesmas regras de submissão e revisão dos artigos, notas e ensaios.

continuação da capa externa...

|                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Variabilidade morfológica do gênero <i>Carollia</i> Gray, 1838 (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) na Amazonia Brasileira<br><i>Catarina Pereira Souza</i> .....     | 30 |
| Circadian rhythm of body temperature in the tuco-tuco ( <i>Ctenomys</i> aff. <i>knighti</i> ), a South-American subterranean rodent<br><i>Patricia Tachinardi</i> ..... | 31 |
| Pós-efeitos da sincronização em campo e a fase de atividade do roedor subterrâneo tuco-tuco (Rodentia: Ctenomyidae)<br><i>Barbara Mizumo Tomotani</i> .....             | 32 |

#### **NORMAS DE PUBLICAÇÃO**



Boletim da  
Sociedade Brasileira  
de Mastozoologia



## ÍNDICE

### EDITORIAL

### ARTIGOS

- Invasive rodents in French Guiana: an overview for *Mus musculus*, *Rattus norvegicus*, and *R. rattus* (Murinae: Muridae)  
*Francois Catzefflis*..... 1

### NOTAS

- Novo registro de *Blarinomys breviceps* (Winge, 1888) (Rodentia: Sigmodontinae) na Mata Atlântica do sudeste de São Paulo  
*Cauê Monticelli & Thatiane Cristina Antunes*..... 10

### ENSAIOS

- Preferência alimentar pesquisada em laboratório e sua aplicação ao estudo da ecologia de pequenos mamíferos: vantagens e críticas após 30 anos de aplicação do método  
*Ricardo Finotti & Rui Cerqueira*..... 14

### RESUMOS

- Uso do espaço por *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia) e *Wiedomys pyrrhorhinus* (Rodentia) em área de caatinga no alto sertão sergipano  
*Arthur Oliveira da Cruz*..... 26
- Sincronização fótica de um roedor subterrâneo: um estudo cronobiológico de campo e de laboratório do tuco-tuco (*Ctenomys cf. knighti*)  
*Danilo Eugênio de França Laurindo Flôres*..... 27
- Evolução morfológica na radiação dos roedores sigmodontíneos: ecologia e história evolutiva  
*Renan Maestri*..... 28
- A fauna atropelada em rodovias do sudoeste goiano e as implicações para a conservação  
*Jefferson Eduardo Silveira Miranda* ..... 29

continua na capa interna...

**Remetente:** Sociedade Brasileira de Mastozoologia  
A/C Dr. Paulo Sérgio D'Andrea  
Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios  
Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz  
Avenida Brasil, 4365, Pavilhão Lauro Travassos, Sala 70  
21040-360, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

**Destinatário:**