



Biodiversidade e Saúde

na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica
pesquisa, conservação e educação

Ricardo Moratelli - Marina Carvalho Furtado - Andrea Vanini
organizadores

**Atena**
Editora
Ano 2023



Biodiversidade e Saúde

na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica
pesquisa, conservação e educação

Ricardo Moratelli - Marina Carvalho Furtado - Andrea Vanini
organizadores

Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Imagens da capa

Lin Lima

Edição de arte

Lin Lima

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Camila Pereira – Universidade Estadual de Londrina
 Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
 Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
 Profª Drª Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes
 Prof. Dr. Davi Oliveira Bizerril – Universidade de Fortaleza
 Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
 Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
 Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
 Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
 Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
 Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
 Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
 Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
 Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
 Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
 Prof. Dr. Guillermo Alberto López – Instituto Federal da Bahia
 Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
 Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
 Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
 Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr
 Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
 Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
 Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
 Profª Drª Kelly Lopes de Araujo Appel – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal
 Profª Drª Larissa Maranhão Dias – Instituto Federal do Amapá
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Profª Drª Luciana Martins Zuliani – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
 Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
 Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
 Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
 Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
 Prof. Dr. Max da Silva Ferreira – Universidade do Grande Rio
 Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
 Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
 Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará

Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Taísa Ceratti Treptow – Universidade Federal de Santa Maria

Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí

Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

**Biodiversidade e saúde na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica:
pesquisa, conservação e educação**

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Soellen de Britto
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Ricardo Moratelli
 Marina Carvalho Furtado
 Andrea Vanini

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
B615	<p>Biodiversidade e saúde na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica: pesquisa, conservação e educação / Organizadores Ricardo Moratelli, Marina Carvalho Furtado, Andrea Vanini. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1421-6 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.216230506</p> <p>1. Biodiversidade. 2. Saúde. 3. Pesquisa. I. Moratelli, Ricardo (Organizador). II. Furtado, Marina Carvalho (Organizadora). III. Vanini, Andrea (Organizadora). IV. Título. CDD 577</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná – Brasil
 Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Foto da capa: Coleta de sementes de uma das 225 espécies de matrizes marcadas na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. O projeto é desenvolvido desde 2008 e soma 504 indivíduos marcados de espécies nativas de plantas ameaçadas, frutíferas, com potencial medicinal, alimentícias não convencionais e melíferas. Autor: Lin Lima.

Estratégias de conservação da biodiversidade e de vigilância de zoonoses de origem silvestre precisam ser subsidiadas por conhecimento científico gerado a partir da biota local e de como essa biota interage com humanos, em particular, aqueles que vivem próximos a áreas naturais. Apesar da fauna e flora do estado do Rio de Janeiro estarem entre as mais bem estudadas do país, existem lacunas de conhecimento sobre ocorrência e distribuição de diversos grupos zoológicos. Essas lacunas interferem diretamente no delineamento de esforços para conservação e precisam ser tratadas como prioridade por pesquisadores e gestores da biodiversidade antes que espécies ou estoques genéticos locais sejam extintos ou alcancem números mínimos críticos para a manutenção das populações ou dos serviços ecossistêmicos que esses animais prestam aos humanos. Da mesma forma, há ainda profundas lacunas na compreensão do papel da fauna silvestre na dinâmica de zoonoses no RJ. Em uma das regiões mais populosas e biodiversas do país, onde ser humano e fauna silvestre estão em constante contato, o risco de emergência de zoonoses de origem silvestre é alto e essas lacunas também devem ser tratadas como prioridade por pesquisadores e gestores da saúde pública. Nesse cenário, a Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro é uma região de especial atenção porque concentra importantes remanescentes urbanos de vegetação, com destaque para as florestas da Pedra Branca e Gericinó-Mendanha, ambas adjacentes a áreas densamente povoadas, em geral de forma pouco ordenada e sob condições sanitárias e sociais que afetam a saúde.

Assim, este livro visa cobrir algumas lacunas no conhecimento da biodiversidade e na sua relação com o ser humano na Floresta da Pedra Branca—o maior remanescente de Mata Atlântica no município do Rio de Janeiro e a maior floresta urbana do planeta.

Este livro é fruto do 2o Encontro de Pesquisa da Fiocruz Mata Atlântica, realizado em outubro de 2020. Ele reúne 15 capítulos escritos por 56 autores de sete instituições de Ensino e Pesquisa, são elas: Fundação Oswaldo Cruz, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Universidade Federal de Lavras, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Universidade de Coimbra, Portugal.

O capítulo 1 introduz a Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA)—criada em 2017 para abrigar pesquisas em Biodiversidade e Saúde—e ações de conservação e educação desenvolvidas no território. O capítulo 2 apresenta o projeto parcelas permanentes para estudos de longo prazo na interface entre biodiversidade e saúde, desenvolvido pela Área de Saúde Ambiental do Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica para entender

as dinâmicas das populações locais de plantas, animais e microrganismos, esses últimos enquanto potenciais hospedeiros e patógenos, respectivamente. O capítulo 3 traz uma lista da fauna de flebótomos e apresenta as ações integradas de vigilância entomológica e promoção da saúde desenvolvidas pela Fiocruz no território para o enfrentamento das leishmanioses. Os capítulos 4–8 abordam as faunas locais de gastrópodes, serpentes, pequenos mamíferos (marsupiais, morcegos e roedores) e mamíferos de médio e grande porte. Os capítulos 9 e 10 abordam as diversidades de *Bartonella* e *Rickettsias* em marsupiais, morcegos, roedores e saguis. Os capítulos 11 e 12 abordam o potencial madeireiro de espécies de árvores exóticas invasoras na EFMA. O capítulo 13 discute simuladores de chuva como ferramenta para pesquisa e ensino em Ecologia. O capítulo 14 discute mudanças nas propriedades químicas e de condutividade hidráulica do solo associadas a diferentes estágios de sucessão ecológica. Por fim, o capítulo 15 apresenta o projeto da trilha interpretativa Fiocruz Mata Atlântica, que recebeu, ao longo dos últimos anos, milhares de alunos e visitantes desde sua implantação, servindo como ferramenta de conscientização ambiental para estudantes.

Os organizadores

A Fundação Oswaldo Cruz é uma instituição de Saúde Pública voltada para formação, pesquisa e inovação em tecnologias duras e sociais, cuja missão é o fortalecimento do Sistema Único de Saúde (SUS). Nela se insere o Campus Fiocruz Mata Atlântica (CFMA) da FIOCRUZ, constituído por uma equipe multiprofissional. Em outubro de 2020 foi realizado o 2º Encontro de Pesquisa da Fiocruz Mata Atlântica, durante o período da pandemia da COVID-19, a maior tragédia de saúde pública dos nossos tempos. Esse foi um entre outros eventos científicos que colocou a Fiocruz na linha de frente em defesa da saúde, da ciência, em tempos difíceis, com desmonte do SUS e com grandes desafios para enfrentar um vírus novo e o negacionismo científico institucionalizado no país.

É nesse contexto que o CFMA reúne práticas e saberes na busca de territórios sustentáveis e saudáveis e diálogo permanente com a comunidade científica. Na troca de conhecimento durante o 2º encontro de pesquisa emerge a produção em 15 capítulos escritos por 56 autores de sete instituições de ensino e pesquisa, como Fundação Oswaldo Cruz, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Universidade Federal de Lavras, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e Universidade de Coimbra, Portugal.

O primeiro capítulo do livro nos dá a dimensão exata do território da Fiocruz Mata Atlântica e a ocupação humana nas bordas da floresta com enorme impacto na biodiversidade e potenciais riscos socioambientais. O desenvolvimento de políticas de promoção da saúde aliadas à investigação científica no território qualifica pesquisadores e trabalhadores do CFMA para atuar na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), criada por portaria da Fiocruz, em 2016, cujo objetivo é apoiar, estimular e acolher no território, a pesquisa, a inovação em saúde e biodiversidade pautado no debate socioambiental amplo envolvendo as comunidades periféricas vulnerabilizadas e sujeitas aos impactos negativos na saúde.

As pesquisas relatadas mostram causas e doenças que impactam a vida das comunidades periféricas. Doenças transmitidas por vetores são abordadas na perspectiva da educação e da promoção da saúde, tais como práticas educativas relacionadas à leishmaniose tegumentar Americana. A presença de moluscos nativos e exóticos, em áreas peridomiciliares, hospedeiro intermediário do *Schistosoma mansoni*, contribuem para o entendimento do papel dos moluscos como hospedeiros de importância para a saúde pública e veterinária.

Através de amostragens da vegetação organizadas pelas equipes, são estudadas a biodiversidade, o ecossistema local e a saúde ambiental. A maior floresta tropical urbana das Américas, a Floresta da Pedra Branca, preservada em sua maior parte pelo Parque Estadual da Pedra Branca, é apresentada com

seus pequenos mamíferos roedores e marsupiais apontando a importância na manutenção dos ecossistemas florestais e ciclos de vida de parasitos causadores de doenças.

Mamíferos silvestres autóctones são registrados por armadilhas fotográficas e monitorados, a partir de um esforço sistematizado sobre a ocorrência e distribuição de mamíferos de médio e grande porte na região do remanescente da Pedra Branca. Gambás, tatus, preguiças, cachorros do mato, jaguatiricas, pacas, cutias, macacos prego, saguis e o mico-leão-dourado são algumas das espécies de médio e grande porte registradas, com destaque para o mico-leão-dourado que aparentemente, na década de 1960 já estava extinta em 17 municípios, incluindo o Rio de Janeiro.

Análises moleculares, genéticas e taxonomia são utilizadas em vários capítulos para descrever espécies e o processo saúde-doença sob o holofote socioambiental e o conceito ampliado de saúde. A fauna e a flora local são desveladas ao longo dos capítulos de uma forma que permite a percepção da relação do homem com a natureza, direta, interdependente e mostram como as ações humanas afetam a natureza e também a saúde. Como exemplo, a degradação da floresta modificando processos ecológicos com impacto na biodiversidade e com graves consequências sobre as mudanças climáticas, produzindo a reemergência, emergência e aumento das doenças infecciosas e infecto-parasitárias.

Uma revisão sobre o papel das chuvas nos ecossistemas é apresentada como um campo a ser trabalhado na educação ambiental, os resultados mostram que é possível explorar mais os simuladores de chuva para estudar a relação chuva, espécies, plantas e o funcionamento de ecossistemas, tendo como horizonte o contexto das chuvas nas mudanças climáticas.

Ainda no tema da educação ambiental em uma região onde há populações vulnerabilizadas e quilombolas, é mostrada uma trilha interpretativa como uma ferramenta para que visitantes e população possam compreender a necessidade de conservação da biodiversidade e do patrimônio histórico da região.

Cada capítulo é revelador da riqueza sobre o conhecimento construído e o que a humanidade pode ter ao preservar a floresta, a água e a terra. Assim, uma boa lição da leitura será o aprendizado de manter a vida e o bem-estar que exige uma vigilância integral em saúde e ambiente. E, acima de tudo, que se priorize a preservação da natureza.

Boa Leitura!

Hermano Albuquerque de Castro

Pesquisador Titular da Fundação Oswaldo Cruz

Vice-presidente de Ambiente, Atenção e Promoção de Saúde

Aos pesquisadores, técnicos, alunos de pós-graduação e graduação e demais colaboradores que optaram por desenvolver ou contribuíram, de alguma forma, para a realização das ações de pesquisa, educação e conservação na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

Às equipes dos escritórios técnicos do Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica (PDCFMA/VPAAAPS), em especial a Gilson Antunes, que atuou como coordenador executivo do PDCFMA de 2006 a 2023.

À Coordenação-geral de Infraestrutura dos Campi (Cogic/Fiocruz), em especial às equipes que atuam na Fiocruz Mata Atlântica—Luiz Santos e equipe do Serviço de Infraestrutura da Mata Atlântica; Alex Lema e equipe da Gestão de Vigilância e Segurança Patrimonial; e Danilo Coutinho Fonseca e equipe da Coordenação de Sustentabilidade Ambiental—pela inestimável prestação de serviços essenciais no dia-a-dia, agregando qualidade às atividades de pesquisa, educação e conservação desenvolvidas pelos escritórios técnicos do PDCFMA e por colaboradores de outras unidades Fiocruz no território. Ainda, à equipe da Coordenação de Serviços Operacionais, em especial do Serviço de Gestão de Transporte (Tadeu, Robson, Guilherme, Wallace, Gustavo, João, Elinaldo e demais colaboradores), pelo esforço para atender às muitas demandas das equipes do PDCFMA e de outras unidades que atuam no território, sem esse apoio seria inviável o desenvolvimento das ações apresentadas neste livro. Mais recentemente, à Vice-presidência de Ambiente, Atenção e Promoção da Saúde da Fiocruz, que assumiu a coordenação do PDCFMA em 2022, em especial ao vice-presidente, Hermano Castro, pelo apoio às ações do PDCFMA.

Aos pesquisadores que participaram ou contribuíram, de alguma forma, com o Comitê Gestor Técnico-Científico de Educação e Pesquisa da Fiocruz Mata Atlântica ao longo de sua atuação nos períodos de 2010 a 2012 e 2015 a 2017, em especial Virgínia Hortale e Cristina Araripe (coordenadoras do GT Educação no período 2010-2012 e 2015-2017, respectivamente); e Paulo Sérgio D’Andrea e Cleber Galvão (coordenadores do GT Pesquisa no período 2010-2012 e 2015-2017, respectivamente).

À equipe da Atena Editora pelo cuidadoso trabalho de editoração gráfica. Ao artista gráfico Lin Lima (PDCFMA) pela cessão da foto utilizada na capa do livro e pela produção da arte da capa. Aos pesquisadores que ministraram palestras no 2o Encontro de Pesquisa da Fiocruz Mata Atlântica (outubro de 2020) e aos que transformaram suas palestras em contribuições para este livro. Por fim, aos 16 revisores de 10 instituições de Ensino e Pesquisa do Brasil, Espanha e Portugal.

CAPÍTULO 1 1**ESTAÇÃO BIOLÓGICA FIOCRUZ MATA ATLÂNTICA: PLATAFORMA PARA PESQUISAS NA INTERFACE ENTRE BIODIVERSIDADE E SAÚDE**

Ricardo Moratelli

Luís Carlos Soares Madeira Domingues

Andrea Vanini

Gilson Antunes


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2162305061>**CAPÍTULO 2 9****PARCELAS PERMANENTES PARA ESTUDOS DE LONGO PRAZO NA ESTAÇÃO BIOLÓGICA FIOCRUZ MATA ATLÂNTICA**

Monique Medeiros Gabriel

Iuri Veríssimo

Andrea Vanini

Ricardo Moratelli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2162305062>**CAPÍTULO 323****FAUNA FLEBOTOMÍNICA (DIPTERA: PSYCHODIDAE) E AÇÕES INTEGRADAS DE VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA E PROMOÇÃO DA SAÚDE PARA AS LEISHMANIOSES**

Wagner Alexandre Costa


Margarete Martins dos Santos Afonso

Nataly Araujo de Souza

Cláudia Alves de Andrade Coelho

Alfredo Carlos Rodrigues de Azevedo

Elizabeth Ferreira Rangel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2162305063>**CAPÍTULO 448****GASTRÓPODES CONTINENTAIS DE FLORESTA E PERIDOMICÍLIO**

Flavia Cristina dos Santos Rangel

Silvana Carvalho Thiengo


Thamires Canuto de Oliveira

Paulo Sérgio Rodrigues

Elizangela Feitosa da Silva


Jucicleide Ramos-de-Souza

Suzete Rodrigues Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2162305064>**CAPÍTULO 588****A RIQUEZA DE SERPENTES**


Luiz Eduardo Mendonça Regio

Jorge Antônio Lourenço Pontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2162305065>


CAPÍTULO 6 118**COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO VOADORES E SEUS HELMINTOS**

Rosana Gentile
 Sócrates F. Costa-Neto
 Raquel G. Boullosa
 Thiago S. Cardoso
 Arnaldo Maldonado Jr.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2162305066>

CAPÍTULO 7 145**DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS**

Jonatas Amorim Tavares
 Roberto Leonan Morim Novaes
 Iuri Veríssimo
 Sócrates Fraga da Costa-Neto
 Maria Alice do Amaral Kuzel
 Thiago dos Santos Cardoso
 Cecilia S. Andreazzi
 Rosana Gentile
 Ricardo Moratelli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2162305067>


CAPÍTULO 8 168**RIQUEZA E DISTRIBUIÇÃO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE**

Iuri Veríssimo
 Gabriel Cupolillo
 Beatriz Maria da Silva Jorge
 Roberto Leonan Morim Novaes
 Jonatas Amorim Tavares
 Monique Medeiros Gabriel
 Sócrates Fraga da Costa Neto
 Ademar Luiz Gomes do Couto
 Ellen Schmidt
 Amarildo Miranda
 Cecilia S. Andreazzi
 Ricardo Moratelli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2162305068>


CAPÍTULO 9 191**OCORRÊNCIA E DIVERSIDADE DE *BARTONELLA* EM MORCEGOS, ROEDORES, MARSUPIAIS E SAGUIS**

Jonathan Gonçalves-Oliveira
 Paulo Sérgio D'Andrea
 Elba Regina Sampaio de Lemos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2162305069>


CAPÍTULO 10..... 219**RICKETTSIAS *LATO SENSU* EM QUIRÓPTEROS NO RIO DE JANEIRO: UM ESTUDO PILOTO**

Michelle Ferreira
 Jorlan Fernandes
 Alexandro Guterres
 Tatiana Rozental
 Marcos Alexandre Nunes da Silva
 Debora Ferreira Barreto-Vieira
 Elba Regina Sampaio de Lemos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21623050610>


CAPÍTULO 11 246**POTENCIAL MADEIREIRO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS**

Carolina Nogueira Xavier
 Raphaelly de Oliveira Ferreira
 Pedro Henrique de Paula Silva
 Wigor Deivid de Melo Santos
 Enzo Messias Custodio Niza
 Amanda Camargos de Moura
 José Reinaldo Moreira da Silva
 Paulo Fernando Trugilho
 Andrea Vanini
 Alexandre Monteiro de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21623050611>


CAPÍTULO 12..... 265**ANÁLISE FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO**

Jaílton Paes Costa
 Monique Medeiros Gabriel
 Andrea Vanini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21623050612>


CAPÍTULO 13..... 296**SEM CHOVER NO MOLHADO! SIMULADORES DE CHUVA COMO FERRAMENTA PARA PESQUISA E ENSINO EM ECOLOGIA**


Pedro Henrique Medeiros Rajão
 André Tavares Corrêa Dias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21623050613>

CAPÍTULO 14..... 318**MUDANÇAS NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS E DE CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DO SOLO ASSOCIADAS A DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA**

Maria Fernanda Affonso Penna
 Nelson Ferreira Fernandes
 Nilson Rendeiro Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.21623050614>

CAPÍTULO 15.....	338
A TRILHA INTERPRETATIVA FIOCRUZ MATA ATLÂNTICA	
Lucia Silva de Santana	
Stella Martins Patitucci	
Mylena de Souza Borges	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.21623050615	
LISTA DE AUTORES	350
LISTA DE REVISORES	354
SOBRE OS ORGANIZADORES	355

ESTAÇÃO BIOLÓGICA FIOCRUZ MATA ATLÂNTICA: PLATAFORMA PARA PESQUISAS NA INTERFACE ENTRE BIODIVERSIDADE E SAÚDE

Data de aceite: 13/03/2023

Ricardo Moratelli

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Luís Carlos Soares Madeira Domingues

Área de Saúde Urbana, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Andrea Vanini

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Gilson Antunes

Área de Integralidade, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: A Floresta da Pedra Branca compreende o maior remanescente florestal em área urbana do planeta. Em sua vertente leste, na região de Jacarepaguá, localiza-se a Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), que ocupa 430ha (86%) do Campus Fiocruz Mata Atlântica (CFMA) e é gerida pelo Programa de Desenvolvimento do CFMA. A EFMA é composta por Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e

Floresta Ombrófila Densa Submontana e está parcialmente sobreposta (62%) ao Parque Estadual da Pedra Branca. Ela está entre as poucas estações biológicas do planeta (4 de um total de 1268) em área de elevada interferência humana e sua extensão representa um gradiente de impacto antrópico cuja borda é amplamente alterada e impactada pela presença de seis comunidades, com esse impacto se diluindo em direção ao interior da EFMA, o que propicia o desenvolvimento de projetos na interface da biodiversidade e da saúde. Assim, sua missão é apoiar, estimular e acolher, no seu perímetro e área de influência, a pesquisa, a inovação, a educação e a disseminação e divulgação de conhecimentos sobre a complexidade socioambiental e a relação entre biodiversidade e saúde. Nesse contexto, a EFMA se apresenta como um laboratório natural para pesquisa e ensino em biodiversidade e saúde, sendo a primeira estação biológica do planeta voltada para pesquisas nessa temática e é a primeira estação biológica do Município do Rio de Janeiro e do Ministério da Saúde, o que fortalece a visão holística já centenária da Fiocruz sobre saúde pública.

LOCALIZAÇÃO

A região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro possui três grandes remanescentes de vegetação. São eles a Floresta da Pedra Branca, a Floresta da Tijuca e a Floresta do Gericinó-Mendanha. Todas se estendem sobre seus maciços homônimos e áreas adjacentes de baixada e estão cercadas por matriz urbana com diferentes níveis de desenvolvimento. A Floresta da Pedra Branca compreende o maior remanescente florestal em área urbana do planeta. Parcela significativa do remanescente é protegida pelo Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), que abrange todas as áreas do Maciço a partir da cota altitudinal de 100 m, totalizando cerca de 12 mil ha de área protegida. O Campus Fiocruz Mata Atlântica (CFMA) está localizado na vertente leste do Maciço, parcialmente sobreposto ao PEPB, e compreende todo o Setor 1 da antiga Colônia Juliano Moreira, na região de Jacarepaguá (Fig. 1). O CFMA compreende remanescentes de Floresta Ombrófila Densa de Baixada (cota altitudinal ≤ 50 m) e Submontana (50–500 m). Atualmente, a floresta de baixada é composta por diferentes tipos de habitat impactados pela presença de seis comunidades com baixos a médios índices de desenvolvimento social e de determinantes sociais da saúde, conectando-se em diferentes níveis à malha urbana dos bairros da região de Jacarepaguá. Além da ocupação residencial, outros impactos antrópicos estão presentes, como atividades agrícolas de pequeno porte (DOMINGUES; RODRIGUES, 2007).



Figura 1. Localização dos três grandes remanescentes de vegetação do município do Rio de Janeiro (Floresta da Tijuca à direita; Floresta do Gericinó-Mendanha à esquerda, acima; e Floresta da Pedra Branca à esquerda, abaixo) e localização do Campus Fiocruz Mata Atlântica (em vermelho), na vertente leste da Floresta da Pedra Branca, parcialmente sobreposto ao Parque Estadual da Pedra Branca. Imagem modificada do Google Earth.

HISTÓRICO

O processo de cessão da área do Setor 1 da Colônia Juliano Moreira pela Superintendência do Patrimônio da União à Fiocruz começou em 2003, consolidando-se com a doação do território em 2015. Desde que recebeu a área, a Presidência da Fiocruz se viu diante do desafio de garantir um processo de implantação de sua estrutura e de suas relações com o território de forma social e ambientalmente sustentável e saudável, coerente com a missão da Fiocruz e com as principais agendas que tratam do desenvolvimento sustentável. O CFMA tem uma peculiar inserção geográfica devido à sua localização na zona de transição entre um grande remanescente de vegetação e vetores de ocupação urbana fortemente pressionados por investimentos públicos e privados. Cabe registrar que a região de Jacarepaguá é uma das mais populosas da cidade, com um crescimento demográfico significativo nas últimas décadas e com alguns de seus bairros apresentando os piores índices de desenvolvimento social do município, segundo o último Censo Demográfico (IBGE 2010).

Assim, desde o final de 2003, a Presidência da Fiocruz desenvolveu um conjunto

de estudos para um maior conhecimento da área, com vistas a avaliar a viabilidade e pertinência de sua utilização efetiva pela instituição. Em 2006 foi constituído o Programa de Implantação do Campus Fiocruz Mata Atlântica, que foi responsável pelo Plano Diretor do CFMA e um conjunto de ações condicionantes para a implantação gradual e sustentável do Campus. Em 2010, em decorrência dos principais desafios locais e do amadurecimento de algumas atividades que já vinham sendo desenvolvidas, a Presidência transformou o Programa de Implantação em Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica (PDCFMA). O PDCFMA vem, através de seus escritórios técnicos, desenvolvendo projetos no campo da gestão territorial, com governança participativa e alto grau de intersectorialidade, orientados pelos princípios e diretrizes institucionais emanados dos Congressos Internos da Fiocruz e do Plano Diretor do CFMA. Esses projetos são desenvolvidos pelas equipes do PDCFMA em abordagens multidisciplinares, em que colaboradores de outras unidades Fiocruz e externos complementam a extensão de conhecimentos necessários para a efetivação das ações que buscam a melhoria da qualidade de vida da população local e a recuperação da saúde ambiental. Dessa forma, o CFMA, através da atuação de seu Programa de Desenvolvimento, foi se constituindo em uma plataforma de pesquisa, tecnologia e inovação em territórios sustentáveis e saudáveis, com a característica de abrigar pesquisas conceituais de pesquisadores externos ao CFMA, bem como pesquisas aplicadas com foco de atuação sobre as questões socioambientais locais, objetivando a resolutividade de problemas e o desenvolvimento de tecnologias sociais, muitas vezes com enfoque sistêmico e multidisciplinar.

CRIAÇÃO, MISSÃO E GESTÃO DA EFMA

Visando a consolidar essa plataforma de pesquisa, tecnologia e inovação em territórios sustentáveis e saudáveis, o Programa de Desenvolvimento do CFMA apresentou à Presidência da Fiocruz a proposta de criação da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA). Assim, segundo a Portaria Fiocruz 522/2016-PR, que cria a EFMA, ela tem como missão apoiar, estimular e acolher, no seu perímetro e área de influência, a pesquisa, a inovação, a educação e a disseminação e divulgação de conhecimentos sobre a complexidade socioambiental e a relação entre biodiversidade e saúde, objetivos esses alinhados à missão da Fiocruz. Para assegurar o enfoque sistêmico e multidisciplinar sobre as questões do território, assim como a isonomia em suas atividades, a EFMA é gerida pelo Programa de Desenvolvimento do CFMA, com assessoria de um Comitê Gestor Técnico-Científico de Educação e Pesquisa (Portaria Fiocruz 522/2016-PR). Esse Comitê assessora o Programa e conta com representação da Vice-Presidência de Educação, Informação e Comunicação (VPEIC), da Vice-Presidência de Pesquisa e Coleções Biológicas (VPPCB) e de diferentes unidades Fiocruz com interesses afins aos temas e às atividades desenvolvidas localmente.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Estações biológicas são laboratórios naturais para cientistas, estudantes e o público interessado em meio ambiente (TYDECKS *et al.*, 2016). Elas possuem grande importância para pesquisa, monitoramento ambiental, educação e conscientização (BAKER, 2015, *Organization of Biological Field Stations*, 2016) e se destacam pelo papel estratégico na compreensão de questões biológicas associadas a mudanças climáticas, perda de biodiversidade, espécies invasoras e declínio de polinizadores, dentre outras (BAKER, 2015; TYDECKS *et al.*, 2016). Essas alterações têm impacto direto no bem-estar humano, pois estão relacionadas a grandes desafios como a emergência de doenças infecciosas e segurança alimentar, seja em escala local, regional ou global (SCIENTIFIC COLLECTIONS INTERNATIONAL, 2015).

Até a ocasião da criação da EFMA, em 2016, a *Organization of Biological Field Stations* reconhecia 1268 estações biológicas distribuídas por 120 países. Essas estações estão, em sua maioria, sobrepostas a áreas protegidas, adjacentes a áreas de influência humana intermediária, em florestas temperadas do Hemisfério Norte. Estados Unidos e China, que atualmente lideram o ranking de produção científica no planeta, também abrigam os maiores números de estações biológicas, com 307 e 55, respectivamente, sendo algumas delas já centenárias. Considerando o cenário atual, o Brasil possui poucas estações biológicas (ca. 10) e esse quadro não é muito diferente para o resto da América do Sul (veja *Organization of Biological Field Stations*, 2016). A maior parte das estações biológicas está associada a universidades, museus de história natural e parques nacionais, com quase todas voltadas para pesquisas em biodiversidade, conservação ambiental e manejo de ecossistemas (TYDECKS *et al.*, 2016). No Brasil, a maior parte das estações está ligada a instituições vinculadas ao Ministério da Educação, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Ministério do Meio Ambiente, com ações focadas em pesquisas sobre diversidade biológica.

Considerando as estações biológicas reconhecidas pela *Organization of Biological Field Stations*, a EFMA se destaca por ser a terceira do planeta localizada em região de elevada influência humana (Índice de Influência Humana [*Human Influence Index*] ≥ 60 ; Wildlife Conservation Society e Columbia University) e a primeira voltada para entender relações em biodiversidade e saúde. Ela é também a primeira estação biológica do município do Rio de Janeiro e a primeira do Ministério da Saúde, o que fortalece a visão holística já centenária da Fiocruz sobre saúde pública.

Além das pesquisas em biodiversidade e saúde, a realidade territorial da EFMA, na intersecção entre a floresta, as áreas ambientalmente restauradas e a cidade, revela um potencial de pesquisas e intervenções interdisciplinares na interface de disciplinas relacionadas à saúde ambiental, com planejamento urbano, determinantes sociais da saúde e políticas públicas com abordagem territorial e integrada.

ABRANGÊNCIA DE ATUAÇÃO

Os limites físicos da EFMA abrangem todas as áreas definidas no Plano Diretor do CFMA como intangíveis, primitivas e de recuperação ecológica, o que compreende 430 hectares, correspondendo a 86% da área total do CFMA (Fig. 2). Desse total, 262 ha estão sobrepostos ao PEPB. Entretanto, sua área de influência é muito maior, pois os projetos conduzidos ou apoiados pelo Programa de Desenvolvimento do CFMA - como aqueles voltados à regularização fundiária e urbanística de assentamentos precários, agroecologia, tecnologias sociais aplicadas à saúde no território, recuperação florestal e compreensão das relações entre biodiversidade e saúde - foram delineados para alinharem-se aos objetivos do plano de manejo do Parque Estadual da Pedra Branca. Assim, em função das similaridades físicas e biológicas e da característica da ocupação humana local, os projetos possuem um grande potencial de replicabilidade em outras vertentes do Maciço.

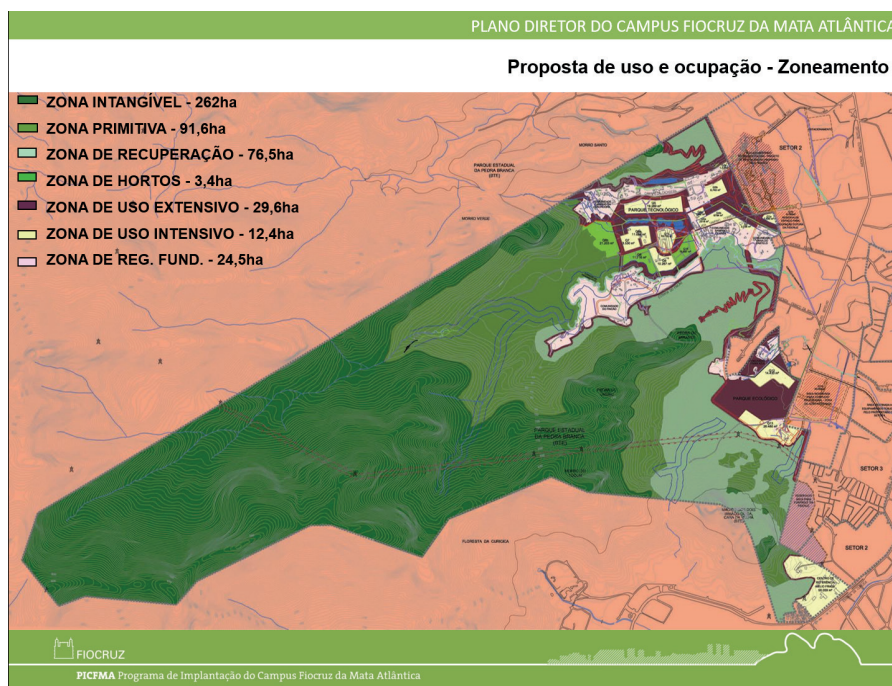


Figura 2. Zoneamento do Campus Fiocruz Mata Atlântica (CFMA) no seu Plano Diretor. A Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) compreende todas as áreas definidas como não-edificáveis, o que inclui as zonas intangível, primitiva e de recuperação, somando 430 ha (86% da área total do CFMA). Fonte: FIOCRUZ. Plano Diretor do CFMA. Rio de Janeiro, 2011.

FACILIDADES PARA PESQUISAS E EDUCAÇÃO

Dentre o conjunto de instalações que compõem o CFMA, estão disponíveis para apoio às pesquisas e disciplinas de pós-graduação na EFMA:

- Estação Meteorológica Automática do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (A636), instalada dentro dos limites do CFMA (única na região de Jacarepaguá) e que opera ininterruptamente desde sua instalação.
- Pavilhão de cursos com seis salas de aula, um auditório e secretarias.
- Sala de reuniões, sala de videoconferência e laboratório de informática.
- Alojamento para até oito pessoas durante trabalhos de campo.
- Sala com estações de trabalho para pesquisadores externos ao CFMA.
- Áreas aberta e fechada para processamento de amostras biológicas.

Sempre que possível, o Programa de Desenvolvimento do CFMA disponibiliza auxiliares para apoio a trabalhos e aulas de campo, assessoria em espacialização de dados, sistema de informação geográfica e cartografia, além de manter um banco de dados sobre todos os projetos desenvolvidos na EFMA. Há ainda uma coleção de documentos sobre a realidade social onde a EFMA se insere, muitos desses produzidos pelos escritórios técnicos do Programa de Desenvolvimento do CFMA ou por pesquisadores que já concluíram suas pesquisas na EFMA.

ATUAÇÃO DO PDCFMA

Além de disponibilizar instalações e fornecer apoio para pesquisadores externos, a equipe técnica do Programa de Desenvolvimento do CFMA também coordena e executa, em parceria com grupos de pesquisa de outras unidades Fiocruz e de instituições externas, ações nos campos da gestão ambiental, restauração ecológica, agroecologia, manejo de fauna silvestre e doméstica, e vigilância de zoonoses em animais domésticos. Também são desenvolvidos projetos de pesquisa para levantamento da biodiversidade e relação dessa biodiversidade com a paisagem e com as populações humanas locais, buscando entender as interfaces ecológicas que mantêm ou podem levar à emergência de doenças infecciosas zoonóticas no território.

Considerando a presença de uma população residente na fronteira com o PEPB, a formulação de estratégias de ações do Programa de Desenvolvimento do CFMA passa pelo desenvolvimento de tecnologias sociais de promoção da saúde, em que o Programa de Desenvolvimento do CFMA já possui experiências exitosas. Essa inovação no campo das tecnologias sociais se agrega, também, aos objetivos da EFMA enquanto plataforma de pesquisa, tecnologia e inovação.

A Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica está aberta a toda comunidade Fiocruz e pesquisadores de outras instituições. Este livro reúne resultados de algumas pesquisas nos campos da biodiversidade e sua interface com saúde, assim como ações no campo da educação ambiental para a comunidade local e estudantes das redes pública e privada de ensino e manejo da biodiversidade desenvolvidos na EFMA.

REFERÊNCIAS

BAKER, B. 2015. The way forward for biological field stations. **BioScience**. 65:123–129.

DOMINGUES, L. C. S. M.; RODRIGUES C. Campus Fiocruz da Mata Atlântica: o desafio de implantação de um novo Campus associando a promoção da conservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico em uma área de fronteira junto ao Parque Estadual da Pedra Branca, Município do Rio de Janeiro. Fiocruz. *In: Anais do Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo – APP Urbana*. 2007. São Paulo. FAUUSP.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro de 2010. Disponível: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>.

ORGANIZATION of biological field stations. 2016. Disponível em: <http://www.obfs.org>. Acesso em: em 22 jun. 2016.

SCIENTIFIC COLLECTIONS INTERNATIONAL (Março de 2015). Scientific Collections and Emerging Infectious Diseases: Report of an Interdisciplinary Workshop. **SciColl Report 1**. doi: 10.5479/si.SciColl.

TYDECKS, L.; BREMERICH, V.; JENTSCHKE, I.; LIKENS, G.E.; TOCKNER, K. 2016. Biological Field Stations: A Global Infrastructure for Research, Education, and Public Engagement. **BioScience** 66:164–171.

PARCELAS PERMANENTES PARA ESTUDOS DE LONGO PRAZO NA ESTAÇÃO BIOLÓGICA FIOCRUZ MATA ATLÂNTICA

Data de aceite: 13/03/2023

Monique Medeiros Gabriel

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Iuri Veríssimo

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Andrea Vanini

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Ricardo Moratelli

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: Os ecossistemas podem ser estudados por meio de amostragens da vegetação em unidades de área fixa, sendo as parcelas permanentes adequadas a estudos de longa duração. Esse método é amplamente utilizado no Brasil e no mundo e, para ele, foram criadas redes, protocolos e modelos para viabilizar pesquisas integradas e replicáveis. A instalação de parcelas permanentes na Estação Biológica

Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) visa a estudar a biodiversidade de uma floresta urbana e, considerando que esse cenário favorece a circulação e emergência de zoonoses, abordar questões na interface com a saúde. Dessa forma, foram instaladas quatro parcelas permanentes de 1 ha ao longo do gradiente antrópico da EFMA, com auxílio de topografia. As parcelas estão equidistantes 1 km e o formato adotado para cada parcela buscou reduzir a influência da altitude dentro delas. Para permitir estudos em diferentes escalas e auxiliar na localização dos organismos, as parcelas foram subdivididas em 100 subparcelas de 10 x 10 m. Buscou-se, dessa forma, adotar um desenho padronizado, que pode ser utilizado em diferentes escalas, proporcionando integração de dados e, com isso, um melhor entendimento de questões relacionadas à biodiversidade e sua relação com a saúde ambiental.

INTRODUÇÃO

A estruturação dos ecossistemas pode ser estudada por meio de diferentes variáveis e atributos, dentre os quais destacam-se as comunidades de plantas

e sua organização, estando a composição e estrutura da vegetação dentre os focos principais para o entendimento dos ecossistemas e identificação de seus limites (FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

Dependendo do que se pretende responder em relação à estrutura da vegetação ou ecossistema, diferentes métodos de levantamento florestal podem ser usados. As amostras podem ser concebidas por meio de uma variedade de metodologias e possuir tamanhos e formatos diversos (ponto quadrante, parcelas quadradas, circulares, retangulares etc.). No Brasil, o método de amostragem mais utilizado é o de parcelas de área fixa (FREITAS; MAGALHÃES, 2012).

O método de parcelas consiste no estabelecimento em campo de unidades amostrais distribuídas pela área de estudo, possibilitando uma representação adequada da diversidade local (DURIGAN, 2003). As unidades amostrais devem possuir forma e tamanho predefinidos (DURIGAN; LEITÃO-FILHO, 1995; RODRIGUES, 1989). No Brasil, é comum o uso de parcelas quadradas ou retangulares (DURIGAN, 2003).

De acordo com a intenção do estudo, pode-se optar por um levantamento florístico e estrutural com a implantação de parcelas temporárias, no qual se obtém um retrato daquela comunidade no tempo em que a pesquisa foi realizada. É possível também realizar pesquisas de longo prazo, para monitoramento e estudo da dinâmica da comunidade, por meio de estudos de longa duração. Parcelas permanentes (*permanent plots*), nas quais são realizadas amostragens periódicas, são a melhor forma de realizar este tipo de estudo (LEWIS *et al.*, 2004, MARÍN *et al.*, 2005) e são consideradas peças-chave em pesquisas multidisciplinares. O uso de parcelas permanentes para estudos de longa duração é amplamente adotado por pesquisadores ao redor do mundo e é cada vez mais explorado para responder perguntas em diferentes campos das ciências biológicas (BAKKER *et al.*, 1996). Esse método se mostra adequado para acompanhar e avaliar as mudanças na composição das espécies e dinâmica da floresta ao longo do tempo (BAKKER *et al.*, 1996) e tem sido amplamente utilizado em estudos de longa duração em florestas tropicais, pois permite avaliar a composição e a estrutura florestal e monitorar sua mudança no tempo (DALLMEIER, 1992; CONDIT, 1995; SHEIL, 1995; MALHI *et al.*, 2002; LEWIS *et al.*, 2004). Permite, ainda, avaliar as consequências de eventos globais em escala local, como aquecimento global e a poluição atmosférica (BAKKER *et al.*, 1996).

Quando se pretende estudar a biodiversidade, o método de parcelas permanentes, quando planejado como um sistema padronizado que permite estudos em diferentes escalas, se mostra bastante adequado (MAGNUSSON *et al.*, 2013). Isso ocorre porque a biodiversidade não pode ser representada por apenas uma espécie, um grupo ou uma variável estrutural da floresta, e sim por um conjunto de diferentes organismos e componentes bióticos e abióticos que, por sua vez, necessitam de diferentes escalas de investigação (BUCKLAND *et al.*, 2005). Além disso, em sistemas permanentes e padronizados, nos quais há uma variedade de pesquisas em andamento, pode-se facilmente integrar as

informações levantadas.

Baker *et al.* (2020) revisaram as diferentes aplicações dadas aos estudos de longa duração, em parcelas permanentes, ao longo do tempo e, segundo os autores, inicialmente, esse método tinha como foco principal o levantamento da riqueza de espécies e sua variação no espaço e no tempo. Em seguida, dados sobre mortalidade, crescimento, recrutamento e rotatividade dos indivíduos e espécies, para estudo da dinâmica florestal, tornaram-se o foco. Posteriormente, passaram a abrigar pesquisas relacionadas aos estoques de carbono e clima. E, mais recentemente, parcelas permanentes vêm sendo usadas para validação e calibração de modelos e mapas de estrutura, composição e variação baseados em sensoriamento remoto.

PESQUISAS EM PARCELAS PERMANENTES NO BRASIL E NO MUNDO

O *Smithsonian Tropical Research Institute* mantém, em conjunto com várias instituições de pesquisa, uma rede mundial de parcelas permanentes de grande porte, denominadas *Permanent Tree Plots* (PTPs). O projeto utiliza as metodologias do *Center for Tropical Forest Science* (CTFS; Centro de Estudos de Florestas Tropicais), replicadas em 24 países e 50 instituições em regiões temperadas e tropicais do globo. A rede possui 67 PTPs, nove deles localizados na região Neotropical. São eles: *La Planada Nature Reserve*; *Yasuní National Park and Biosphere Reserve*; *Barro Colorado Island*; *Luquillo Experimental Forest*; *Cocoli*; *San Lorenzo National Park*; *Amacayacu National Natural Park*; *Biological Dynamics of Forest Fragments Project* (BDFFP) e Ilha do Cardoso (FORESTGEO, 2017). Dentre esses, o BDFFP foi iniciado na década de 1970, sendo a primeira experiência com parcelas permanentes conduzida no Brasil.

Mais recentemente, a Embrapa Florestas elaborou, junto com técnicos do Programa Nacional de Florestas (PNF/MMA), um modelo metodológico para o Sistema Nacional de Parcelas Permanentes (SisPP). O documento é objeto de um edital lançado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), em parceria com a *Food and Agriculture Organization* (FAO), vinculada à Organização das Nações Unidas (ONU; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Espera-se que o SisPP seja o repositório de dados de parcelas permanentes que compreendem a Rede Brasileira de Parcelas Permanentes (REBRAPP), composta pelas redes de pesquisa já estabelecidas por instituições, universidades, organizações não governamentais e empresas privadas (OLIVEIRA *et al.*, 2005). O SisPP e as Redes de Monitoramento da Dinâmica de Florestas Brasileiras foram implementados por meio da Resolução nº 4, de 23 de junho de 2008 do Serviço Florestal Brasileiro, sendo este o responsável por sua coordenação e integração ao Sistema Nacional de Informações Florestais.

As redes são compostas por diferentes instituições de pesquisa com o objetivo de implantar e monitorar, por meio de parcelas permanentes e com metodologia padronizada,

remanescentes florestais em diferentes biomas. São elas: a Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC), criada em 2003; a Rede de Monitoramento de Dinâmica de Florestas da Amazônia (REDEFLOR), criada em 2006; a Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Mata Atlântica e Pampa (RedeMAP); e a Rede de Parcelas Permanentes dos Biomas Cerrado e Pantanal, essas duas últimas criadas em 2008. A Resolução nº 4, de 23/06/2008, do Serviço Florestal Brasileiro, implantou oficialmente o Sistema Nacional de Parcelas Permanentes e as Redes de Monitoramento.

Foram publicados protocolos de medição de parcelas permanentes para cada bioma: Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes (RMFC, 2005); Manual para Monitoramento de Parcelas Permanentes nos Biomas Cerrado e Pantanal (FELFILI *et al.*, 2005); Diretrizes para Instalação e Medição de Parcelas em Florestas Naturais da Amazônia Brasileira (SILVIA *et al.*, 2005) e o Manual para Instalação e Medição de Parcelas Permanentes para os Biomas Mata Atlântica e Pampa (SANQUETTA, 2008).

O Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação, Recuperação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo (Biota/FAPESP) foi criado em 1999 como resultado da articulação da comunidade científica do Estado de São Paulo em torno das premissas preconizadas pela Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), assinada pelo governo brasileiro durante a ECO-92. O Programa segue os três princípios fundamentais da CDB: conservação, uso sustentável e repartição justa e equitativa dos benefícios (BIOTA-FAPESP, 2017).

Vinculado ao Biota/FAPESP, foi desenvolvido o projeto temático *Diversidade, Dinâmica e Conservação em Florestas do Estado de São Paulo: 40ha de parcelas permanentes*. O projeto foi conduzido nas Unidades de Conservação (UC) do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Estação Ecológica de Carlos Botelho, Estação Ecológica de Caitetus, Estação Ecológica de Assis, as quais representam as quatro principais formações florestais do Estado de São Paulo (Floresta de Restinga, Floresta Atlântica de Encosta, Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão, respectivamente) (LERF, 2017).

Em cada UC foi instalada uma parcela de 320 x 320 m, subdividida em subparcelas de 10 x 10 m. As informações estão reunidas no site do projeto, no qual atualmente estão disponíveis quatro relatórios temáticos com a descrição da metodologia adotada e todo o processo de instalação e remedição das parcelas. Vale destacar que o Biota/FAPESP conta com Sistema de Informação Ambiental denominado SinBiota, no qual é possível consultar informações sobre os projetos desenvolvidos, equipes envolvidas, mapas de localização, dentre outras informações (SINBIOTA, 2017).

Ainda no âmbito do Programa Biota/FAPESP, desenvolve-se o projeto *Biota Gradiente Funcional*, que estuda a estrutura e florística da vegetação em diferentes faixas altitudinais (Floresta de Restinga, Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Submontana e Montana). Quatro parcelas permanentes de 1 ha foram instaladas em cada fitofisionomia, com exceção da Floresta de Restinga, na qual foi instalada apenas uma parcela (JOLY *et*

al., 2012).

Na Amazônia, a Rede Amazônica de Inventários Florestais (RAINFOR), uma colaboração internacional a longo prazo, visa a compreender as dinâmicas dos ecossistemas do bioma. Para tal, foi desenvolvida uma estrutura centrada em parcelas florestais permanentes para o estudo da flora, solo, biogeoquímica das plantas, ciclo de carbono e realização de monitoramento intensivo. A RAINFOR trabalha com parceiros em todas as nações da Amazônia e o trabalho é atualmente financiado por agências de financiamento do Brasil, Colômbia, Reino Unido e União Europeia (RAINFOR, 2017).

Conforme dados do site do projeto, a RAINFOR mantém remedições, além de novas pesquisas, em diversas regiões da Amazônia, incluindo territórios na Colômbia, Peru, Venezuela, Equador, Guiana e Brasil. Estão publicados e disponibilizados manuais de campo para diversas atividades, como remedição e estabelecimento de parcelas permanentes (PHILLIPIS *et al.*, 2016), medição da altura de árvores tropicais, densidade de madeira, protocolo para coleta intensiva de solos, entre outros.

O projeto ECOFOR (Biodiversidade e Funcionamento de Florestas Degradadas e em Recuperação na Amazônia e na Mata Atlântica) é desenvolvido na Amazônia e na Mata Atlântica, com o objetivo de investigar o funcionamento geral de florestas modificadas pela ação humana nesses biomas. Para tal, várias parcelas foram estabelecidas em florestas não perturbadas, florestas com corte seletivo, queimadas e florestas secundárias. O fluxo de carbono é atualmente monitorado nessas parcelas, a partir de dados sobre o crescimento das árvores, produção de raízes e madeira e respiração da comunidade microbiana no solo (ECOFOR, 2017).

O programa T-Forces (*Tropical Forests in the Changing Earth System*) reúne colaboradores da Austrália, África, Ásia e América do Sul, incluindo a rede brasileira RAINFOR, na observação de longa duração da dinâmica florestal, integrando abordagens complementares. Tem como objetivo a construção de um observatório Pan-Tropical da função florestal (*Pan-Tropical Observatory of Forest Function*) para explorar a resposta da floresta às mudanças globais. Os dados do projeto estão reunidos no site Forestplots.net (T-FORCES, 2017). Neste site podem ser encontradas informações sobre 2.000 parcelas florestais em 31 países. A plataforma oferece um sítio único para todos aqueles que desejam medir, monitorar e compreender as florestas do mundo, especialmente as florestas tropicais. O Forestplots.net armazena dados de muitos pesquisadores individuais e redes que podem compartilhar seus dados no site conforme considerem adequado ou apenas disponibilizar seus dados para seus pares. O trabalho é suportado por concessões da NERC Reino Unido, Sétimo Programa Quadro (7 PQ) e da *Royal Society* (Sociedade Real, Reino Unido) (FORESTPLOTS, 2017).

Informações sobre o projeto Afritrion (*African Tropical Rainforest Observation Network*) estão presentes no site Forestplots.net. O projeto usa os mesmos protocolos da rede RAINFOR e conta com parceiros de vários países e instituições, como Gana,

Congo, Nigéria, Inglaterra, Bélgica, Áustria, Panamá, Estados Unidos, Canadá, Indonésia, entre outros. O Afritrón consiste em uma rede internacional de pesquisadores engajados no monitoramento de longa duração de florestas tropicais. Tem como objetivo responder questões de larga escala e longo prazo sobre a ecologia e biogeoquímica de florestas tropicais africanas (AFRITRON, 2017).

O Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) foi criado em 2004 e conta com diversos grupos regionais e parceiros pelo Brasil (PPBio, 2017). Tem o objetivo de intensificar a pesquisa sobre biodiversidade adotando uma padronização do desenho amostral e dos métodos de coleta. O PPBio é um programa para pesquisas ecológicas de longa duração baseado em parcelas permanentes sistematicamente distribuídas em grades (5 x 5 km) e módulos (HERO *et. al.*, 2013). O programa está estruturado em três componentes principais (inventários, coleções e temáticos) e pretende descentralizar a produção científica, integrar atividades de pesquisa e divulgar os resultados para diferentes finalidades (PPBIO, 2017).

Desde 2007 vem sendo desenvolvido o PPBio Australasia (PPBio Internacional). O Programa é um consórcio de universidades, conselhos, agências federais e proprietários de terras para implementar redes PPBio no leste da Austrália. Até o momento são três grades e um conjunto de módulos instalados na Austrália e outro no Nepal.

Muitas outras experiências de maior ou menor porte estão em andamento no Brasil e no mundo. Cada vez mais, busca-se a realização de pesquisas integradas que elevem a capacidade de comparação e aferição dos dados para estudos mais amplos, que visam a entender ecossistemas complexos ao longo do tempo e monitorar a biodiversidade.

AS PARCELAS PERMANENTES NA ESTAÇÃO BIOLÓGICA FIOCROUZ MATA ATLÂNTICA (EFMA)

A EFMA está localizada no bairro de Jacarepaguá, na porção leste do Maciço da Pedra Branca. Segundo o Censo Demográfico (IBGE 2010), o bairro de Jacarepaguá é o quinto bairro mais populoso da cidade e a população residente no bairro cresceu significativamente nas últimas décadas. A Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) compreende todas as áreas definidas como não edificáveis no Plano Diretor do Campus Fiocruz Mata Atlântica (CFMA), que está em uma área periurbana, na transição entre a cidade e a floresta, e parcialmente sobreposto ao Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB; Figura 1).

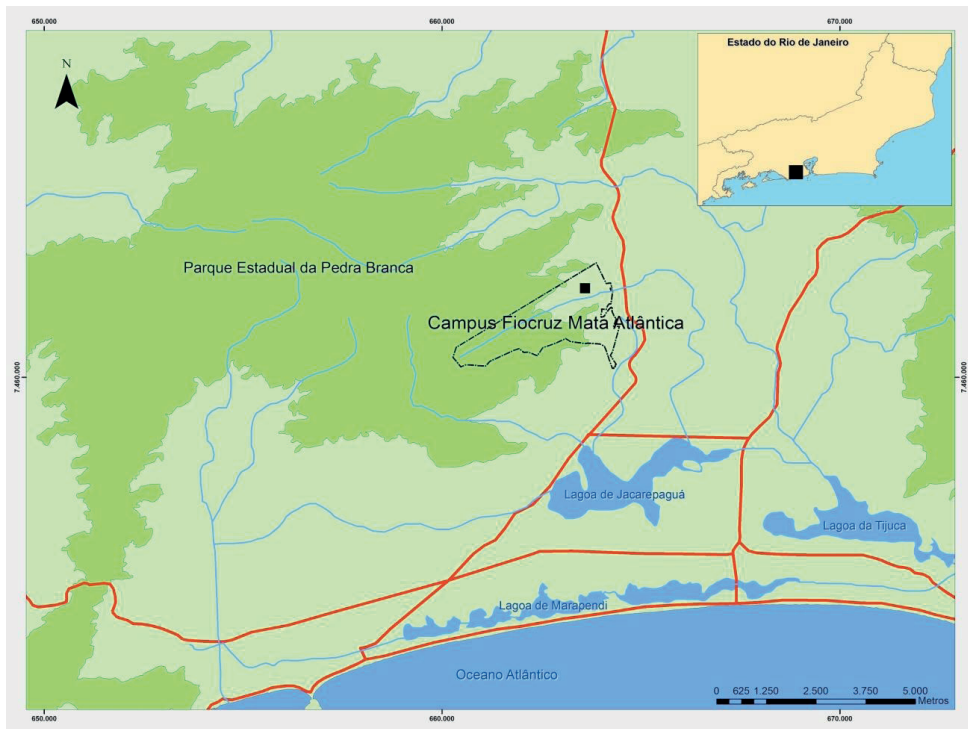


Figura 1. Localização da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), que compreende as áreas não edificáveis do Campus Fiocruz Mata Atlântica (CFMA) e está parcialmente sobreposta ao Parque Estadual da Pedra Branca. As linhas vermelhas indicam as principais vias de deslocamento.

A Floresta da Pedra Branca é a maior floresta urbana do mundo e sua biodiversidade ainda é pouco conhecida (FERNANDEZ, 2009). Nessa floresta, fica evidente um gradiente de intervenção antrópica que vai da borda - onde há maior influência humana - ao interior da floresta, protegida pelo Parque Estadual da Pedra Branca. Esta interação favorece a circulação de parasitas entre animais silvestres, domésticos e humanos, tornando um ambiente favorável à emergência de zoonoses. Jones *et. al.* (2008), ao analisarem relatos de surtos de Doenças Emergentes Infecciosas (DEIs) entre 1940 e 2004, verificaram que as zoonoses são responsáveis por 60% desses eventos que, por sua vez, estão associados, em grande parte, a locais com elevada diversidade biológica, onde humanos interagem com a biota local. Espera-se, então, que situações de vulnerabilidade a zoonoses silvestres prevaleçam em cenários onde comunidades de baixa renda, sob condições sanitárias inadequadas, estejam em contato ou tenham animais domésticos e de criação em contato com a fauna silvestre nativa e introduzida.

Dessa forma, a EFMA se constitui em um cenário propício para estudos de longo prazo na interface da biodiversidade e da saúde humana e animal. Diante dessas condições, foi implantada na EFMA o projeto Parcelas Permanentes para Estudos de Longo Prazo em Biodiversidade e Saúde.

IMPLANTAÇÃO DAS PARCELAS PERMANENTES NA EFMA

O projeto foi desenvolvido considerando as características da paisagem em que a EFMA está inserida e as seguintes questões na interface entre biodiversidade e saúde que estão alinhadas com a missão da EFMA: (i) como a paisagem influencia na estruturação das comunidades de hospedeiros e parasitas, com especial atenção aos parasitas de potencial zoonótico? (ii) A partir do conhecimento da diversidade de hospedeiros e parasitas, quais interfaces ecológicas favorecem a transferência de parasitas de potencial zoonótico de hospedeiros para humanos?

As características da paisagem consideradas para a definição do formato e distribuição das parcelas foram: espaço disponível para a instalação das parcelas, presença das comunidades, Plano Diretor do Campus Fiocruz Mata Atlântica, acesso e geografia da área.

Após a definição das perguntas e avaliação das limitações em função das características do terreno, foram definidas as medidas, o formato e a localização das parcelas para que se adequassem a diversas metodologias de estudo de várias áreas das ciências biológicas e biomédicas, desde levantamentos da biodiversidade até estudos que envolvem transmissão de parasitas de potencial zoonótico por vetores e hospedeiros. Para sua instalação, foi contratada equipe especializada em topografia, que realizou a instalação dos vértices, georreferenciamento e o levantamento planialtimétrico das parcelas.

Antes do início da instalação, foi utilizado GPS de precisão para instalação de marcos geodésicos georreferenciados ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) em diferentes partes da EFMA. Foi utilizado o *Global Navigation Satellite System* (GNSS) com receptor de múltipla frequência (L1/ L2), que permaneceu por 2 horas em cada ponto.

O processamento de base local foi realizado pelos métodos de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) e *Real Time Kinematic* (RTK), com processamento em tempo real e cálculo instantâneo das coordenadas. As coordenadas dos marcos LTRD-M-0081 e LTRD-M-0082 usados na Parcela 2 foram obtidas por meio do método das Poligonais Fechadas para o cálculo de coordenadas precisas, devido à dificuldade do rastreamento destas em locais de vegetação densa. Foram instalados dois marcos em cada parcela para orientação da Estação Total.

Após a instalação dos marcos, os vértices das Parcelas Permanentes e as subparcelas internas foram marcados com uma Estação Total Sanding STS 752R, pelo método das Coordenadas Conhecidas.

O levantamento planialtimétrico foi realizado para obtenção de coordenadas horizontais e cotas (altitude ortométrica), possibilitando a representação do relevo por curvas de nível em intervalos de um metro.

Os quatro vértices de cada parcela foram localizados com marcos geodésicos de tubo de ferro galvanizado com diâmetro de 4,95 cm e 80 cm de comprimento, com plaqueta

gravada com o código do marco para obtenção das coordenadas. As subparcelas foram locadas com tubos de PVC com diâmetro de 5 a 10 cm e altura de 50 a 80 cm.

Ao fim, foram instaladas quatro parcelas permanentes ao longo do gradiente antrópico da EFMA. Essas parcelas representam três categorias de influência definidas como peridomicílio, transição e proteção integral. O peridomicílio é definido como a área de até 100 m no entorno das comunidades. A área de proteção integral compreende o interior da mata mais preservada, já dentro do PEPB e é a única categoria representada por duas parcelas. A área transição compreende o trecho de vegetação entre as duas categorias anteriores (Figura 2).

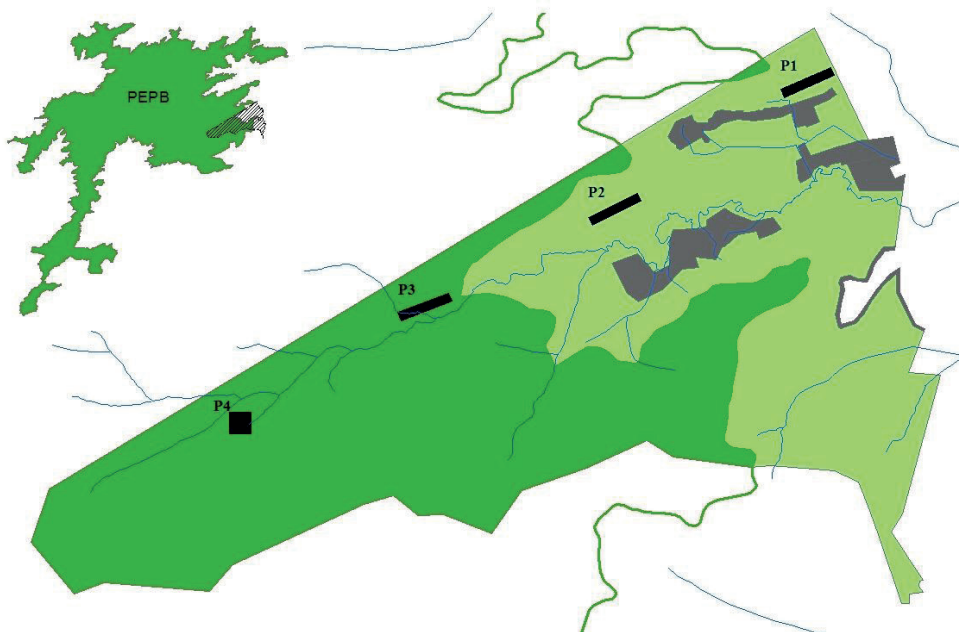


Figura 2. Distribuição das quatro parcelas permanentes na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA). O peridomicílio foi definido como a área de até 100 m no entorno das comunidades (essas representadas pela cor cinza) e nele encontra-se a parcela 1 (P1). A área de transição (verde claro) abriga a parcela 2 (P2). A área definida como de proteção integral (verde escuro) está sobreposta ao PEPB e abriga duas parcelas (P3 e P4).

A EFMA está localizada em um vale encaixado, com alta declividade e muitos matacões e afloramentos rochosos que limitam o tamanho das parcelas. Assim, foi definida uma área total de um hectare (10.000 m²) para cada parcela devido às condições geográficas do terreno. As parcelas estão equidistantes 1 km entre si. O espaçamento regular teve como objetivo um desenho padronizado que permita a extrapolação da área demarcada por cada parcela, caso alguma pesquisa precise de uma área de análise maior que a definida para as parcelas.

Procurou-se instalar as parcelas de forma a ter a menor influência possível da altitude dentro delas. Logo, foi escolhido o formato retangular, de 250 x 40 m, para três das parcelas instaladas, de forma que seu comprimento se estendeu ao longo da curva de nível, suavizando, assim, o efeito da altitude dentro da parcela (Figura 3). Já a parcela 4, situada na porção mais interior da floresta, é quadrada e tem 100 m de lado. Esse formato foi escolhido, pois o local da parcela 4 é um topo de morro cercado por corpos hídricos e afloramentos rochosos que impediram o uso do formato retangular (Figura 4). Por ser uma área de topo de morro, o formato quadrado foi mais adequado para reduzir o efeito da declividade.

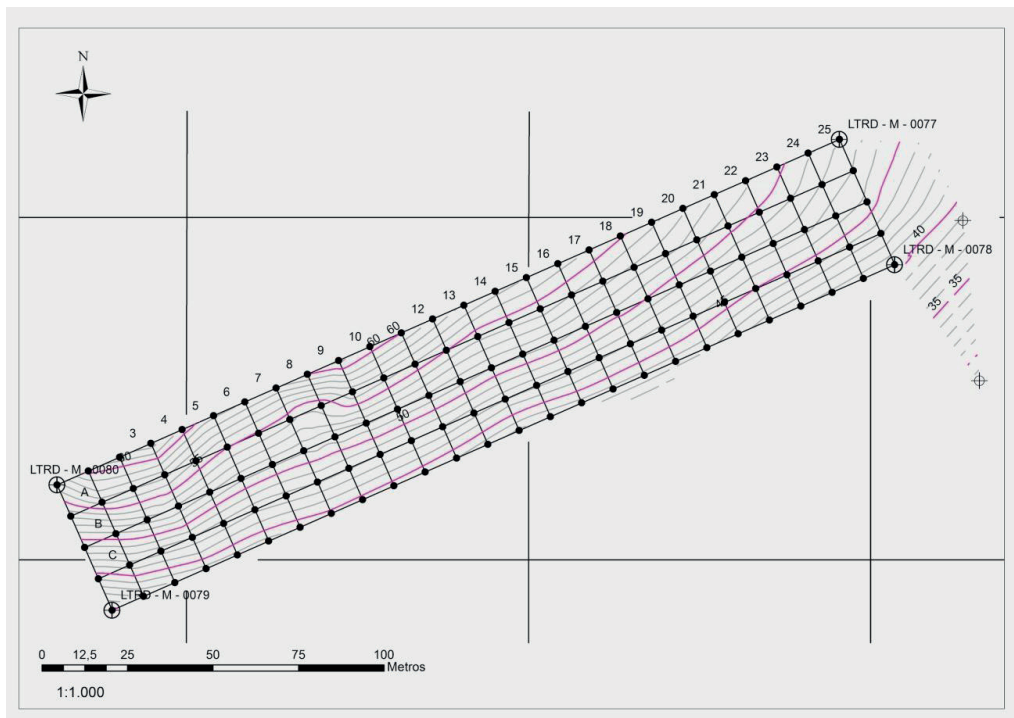


Figura 3. Levantamento topográfico e planialtimétrico da parcela 1 (P1) instalada na região peridomiciliar da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA). A parcela tem 250 x 40 m e está dividida em 100 subparcelas de 10 x 10 m. Este desenho se aplica também às parcelas 2 (P2) e 3 (P3).

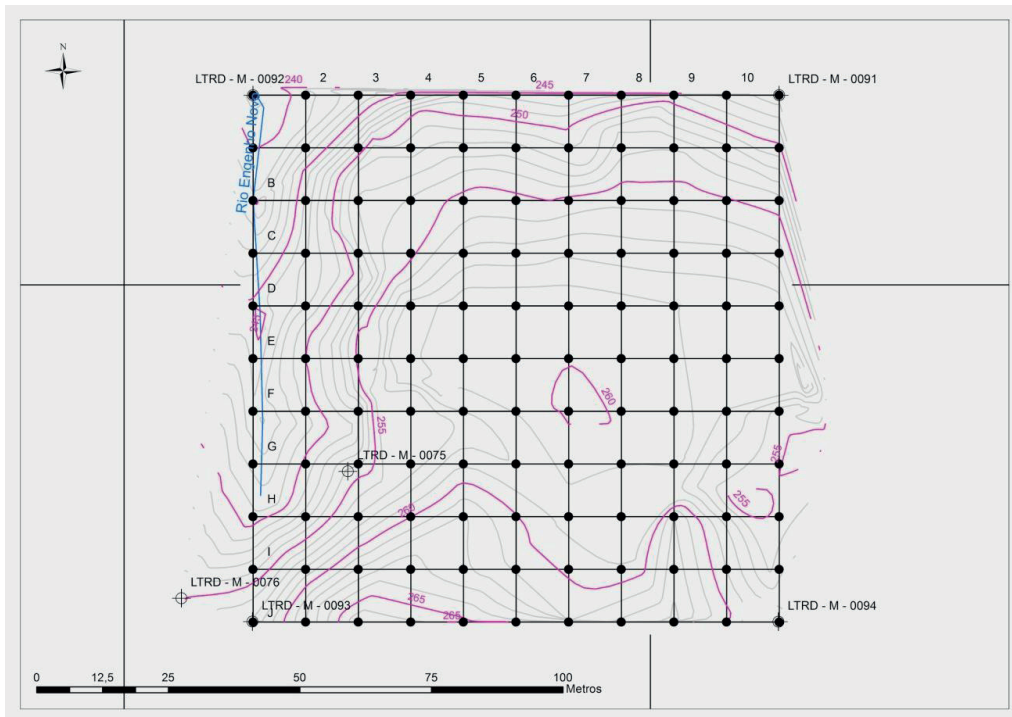


Figura 4. Levantamento topográfico e planialtimétrico da parcela 4 (P4) instalada na área de Proteção Integral da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA). A parcela tem 100 x 100m e está dividida em 100 subparcelas de 10 x 10 m.

As parcelas foram subdivididas em quadrados de 10 x 10 m (Figuras 1 e 2). A divisão em unidades menores facilita a localização e o controle de cada árvore monitorada ou mesmo a distribuição de armadilhas em seu interior. Ao mesmo tempo, permite a condução de estudos em diferentes escalas que podem ter como objeto de estudo organismos de diferentes tamanhos, populações ou comunidades. Isso ocorre porque diferentes desenhos amostrais são possíveis, já que as parcelas podem ser usadas em sua totalidade ou apenas algumas subunidades e até mesmo seu entorno e a trilha entre elas, já que estão espaçadas de forma regular.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto foi delineado visando a proporcionar um laboratório natural, no qual pesquisadores possam elaborar desenhos amostrais em diferentes escalas, permitindo um melhor entendimento de questões relacionadas à biodiversidade e sua relação com a saúde ambiental.

De acordo com Magnussum *et al.* (2017), o maior problema em sistemas propostos para o monitoramento da biodiversidade está relacionado à escala, sendo sistemas que

buscam a padronização espacial das amostragens os mais promissores para este tipo de estudo. Os autores ressaltam, ainda, que um desenho padronizado permite seu uso em várias escalas de interesse, facilitando o entendimento do ambiente como um todo e auxiliando gestores do território e tomadores de decisões.

REFERÊNCIAS

AFRITRON. **A Rede Africana de Observação de Florestas Tropicais**. Disponível em: <http://www.afrित्रon.org/en>. Acesso em 25 jul. 2017.

BAKER, T. R., *et al.* From plots to policy: How to ensure long-term forest plot data supports environmental management in intact tropical forest landscapes. **Plants, People, Planet**. 1-9, 2020.

BAKKER, J. P.; OLFF, H.; WILLEMS, J. H.; ZOBEL, M. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? **Journal of Vegetation Science**, v.7, p.147- 156. 1996.

BIOTA-FAPESP. Disponível em: <http://www.biota-fapesp.net/estado.html>. Acesso em: 19 jul. 2017.

BUCKLAND, S. T.; Magurran, A. E.; GREEN, R. E.; FEWSTER, R. M. Monitoring change in biodiversity through composite indices. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, B 360:243–254. 2005.

CONDIT, R. Research in large, long-term tropical forest plots. **Trends in Ecology and Evolution**, 10, 18–22. 1995.

DALLMEIER, F. Long-term Monitoring of Biological Diversity in Tropical Forest Areas: Methods for Establishment and Inventory of Permanent Plots. **MAB Digest 11**. UNESCO, Paris. 72 pp. 1992.

DE MALHI Y, *et al.* An international network to monitor the structure, composition and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). **Journal of Vegetation Science**, 13, 439-450. 2002.

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. F. Florística e fitossociologia de matas ciliares do Oeste paulista. **Revista do Instituto Florestal** 7:197-239. 1995.

DURIGAN, G. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; PADUA-VALLADARES, C. (Orgs.) **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: UFPR/Fundação o Boticário de Proteção à Natureza, 2003, p. 455-479.

ECOFOR. **Biodiversidade e Funcionamento de Florestas Degradadas e em Recuperação na Amazônia e na Mata Atlântica**. Disponível em: <https://ecofor.nerc-hmtf.info/pt-br/>. Acesso em: 24 jul. 2017.

FERNANDEZ, A. C. F. **Do sertão carioca ao Parque Estadual da Pedra Branca**: A construção social de uma unidade de conservação à luz das políticas ambientais fluminenses e da evolução urbana do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). 2009.

FORESTGEO. **Global earth observatory network**. Disponível em: <http://www.forestgeo.si.edu/>. Acesso em: 14 jun. 2017.

FORESTPLOTS.NET. Disponível em: <https://www.forestplots.net/pt/about-forest-plots>. Acesso em: 17 jul. 2017.

FREITAS, W. K.; MAGALHÃES, L. M. S. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase no estrato arbóreo. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 520 - 540, 2012.

HERO, J. M.; CASTLEY, J. G.; MALONE, M.; LAWSON, B.; MAGNUSSON, W.E. Long-term ecological research in Australia: innovative approaches for future benefits. **Australian Zoologist** 35, 90-102. 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 17 jul. 2017.

JOLY, C. A.; ASSIS, M. A.; BERNACCI, L. C.; TAMASHIRO, J. Y.; CAMPOS, M. C. R.; GOMES, A. & PEDRONI, F. Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da mata atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. **Biota Neotropica.**; 12(1): 123-145. 2012.

LERF. Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/capa.asp?j=7>. Acesso em: 24 jul. 2017.

LEWIS, S. L., *et al.* Concerted changes in tropical forest structure and dynamics: evidence from 50 South American long-term plots. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, Series B 359, 421-436. 2004.

MAGNUSSON, W. E. *et al.* **Biodiversidade e Monitoramento Ambiental Integrado**. Santo André: Attema Editorial, 351 p. 2013.

MARÍN, G. C.; NYGARD, R.; Rivas, B. G. e Oden, P. C. Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest reserve in Nicaragua. **Forest Ecology and Management** 208(1– 3): 63–75. 2005.

OLIVEIRA, Y. M. M. de, *et al.* **Sistema Nacional de Parcelas Permanentes**: proposta de modelo metodológico. Paraná, Embrapa, 2005.

PPBio. Programa de Pesquisas em Biodiversidade. Disponível em: <https://ppbio.inpa.gov.br/inicio>. Acesso em: 28 set. 2017.

RAINFOR. Rede Amazônica de Inventários Florestais. Disponível em: <http://www.rainfor.org/pt/projeto/sobre-a-rainfor>. Acesso em 17 jul. 2017.

RMFC. Rede de manejo florestal da Caatinga. **Protocolo de medições de parcelas permanentes**. Comitê Técnico Científico. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005, 21p.

RODRIGUES, R. R. Análise estrutural de formações florestais ripárias. *In: Anais do I Simpósio sobre mata ciliar* (L.M. Barbosa, coord.). Campinas: Fundação Cargill, 1989, p. 99-119.

SANQUETTA, C. R. **Manual de instalação e Medição de Parcelas Permanentes dos Biomas Mata Atlântica e Pampa**/ Redemap. Curitiba: Funpar, 2008, 43p.

SHEIL, D. Evaluating turnover in tropical forests. **Science**, Washington, v. 268, n. 5212, p. 894-895, 1995.

SILVA, J. N. M. *et al.* **Diretrizes para a instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005, 36 pp.

SINBIOTA. **Sistema de Informação Ambiental do Programa BIOTA/FAPESP**. Disponível em: <http://sinbiota.biota.org.br/>. Acesso em: 24 jul. 2017.

T-FORCES. **Tropical Forests in the Changing Earth System**. Disponível em: <http://www.tforces.net/>. Acesso em: 25 jul. 2017.

CAPÍTULO 3

FAUNA FLEBOTOMÍNICA (DIPTERA: PSYCHODIDAE) E AÇÕES INTEGRADAS DE VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA E PROMOÇÃO DA SAÚDE PARA AS LEISHMANIOSES

Data de aceite: 13/03/2023

Wagner Alexandre Costa

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Margarete Martins dos Santos Afonso

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Nataly Araujo de Souza

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Cláudia Alves de Andrade Coelho

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Alfredo Carlos Rodrigues de Azevedo

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Elizabeth Ferreira Rangel

Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera,

Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: Desde 2003, o Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera (LIVEDIH), do Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ (LIVEDIH/FIOCRUZ), tem realizado diversos estudos na temática das leishmanioses no território da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), desde que a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) passou a ocupar o território. Foram desenvolvidas pesquisas taxonômicas, visando conhecer a fauna de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae), em áreas impactadas por ações antrópicas e áreas preservadas, que conservam as características da Mata Atlântica. Ainda, na perspectiva da qualidade de vida das comunidades, foram realizadas atividades focadas na promoção da saúde, tais como práticas educativas e tecnologias sociais relacionadas com a transmissão da Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA), na época o principal problema de saúde pública local. Tais estudos produziram três monografias de graduação, duas de especialização, uma dissertação de mestrado, uma tese de doutorado, além

de artigos científicos e capítulos de livros. Os estudos sempre tiveram a proposta de integrar atividades de educação em saúde e tecnologias sociais às ações de vigilância entomológica, preconizadas pelo Ministério da Saúde, bem como avaliar o processo de produção de LTA na EFMA e adjacências. Parte do estudo buscou integrar informações sobre o patrimônio biológico da EFMA, através de inventário da fauna de flebotomíneos realizado em locais de monitoramento permanente da biodiversidade, dentro do Programa de Monitoramento da Biodiversidade da EFMA.

INTRODUÇÃO

As leishmanioses

As leishmanioses são parasitoses causadas por protozoários do gênero *Leishmania*. Constituem-se como um conjunto de manifestações clínicas que afetam as populações humanas e os animais, sendo doenças infecciosas, não contagiosas, de transmissão vetorial, que acometem pele e mucosas ou órgãos internos como fígado e baço, podendo ser classificadas como Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) e Leishmaniose Visceral Americana (LVA; BRASIL, 2014, 2017). São incluídas dentre as seis endemias prioritárias para a saúde pública global devido à distribuição mundial, com maior frequência em países em desenvolvimento (WHO, 2010).

De relevância epidemiológica elevada, são consideradas doenças endêmicas emergentes, com registros em todas as unidades federadas, devido a diversos condicionantes ambientais, históricos e sociopolíticos, em que as relações entre os componentes da cadeia de transmissão em um cenário urbano apresentam maior complexidade (RANGEL; SHAW, 2018).

No Brasil, as três formas de leishmaniose estão em franca expansão e fazem parte da lista de doenças que compõem o Sistema de Doenças de Notificação Compulsória do Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS; BRASIL, 2014, 2017; Figura 1).

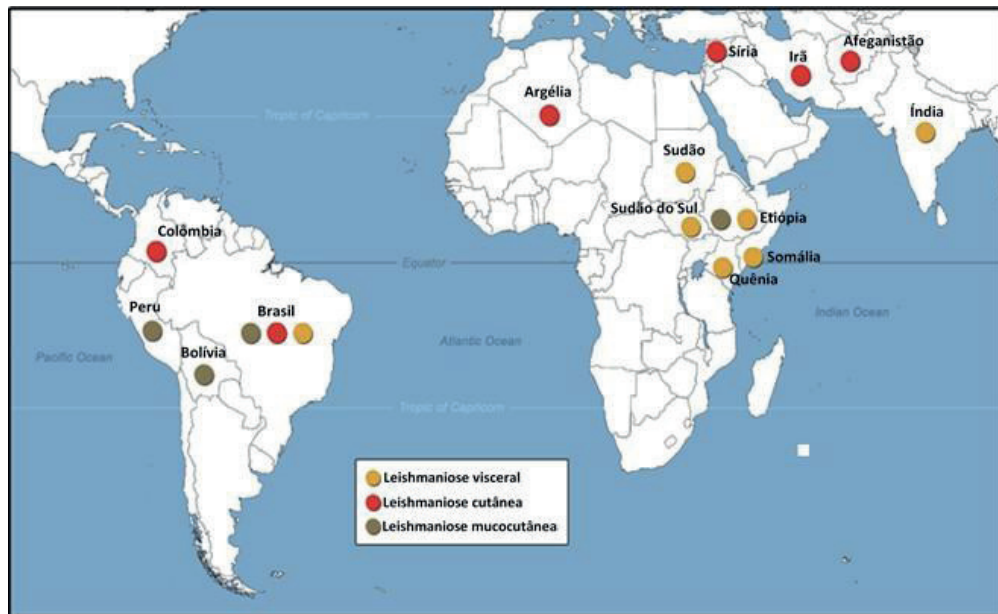


Figura 1. Mapa mostrando a ocorrência das três formas de Leishmaniose no Brasil. Fonte: Heloísa Diniz, 2018.

Existem evidências do aumento dos fatores de risco na transmissão das leishmanioses em muitas partes do mundo. Esse aumento é resultado principalmente das drásticas mudanças no meio ambiente que estão associadas ao desenvolvimento econômico. Causadas, principalmente, por movimentos migratórios ocorridos nas últimas décadas, através de projetos de colonização e construção de rodovias, que têm resultado, na maioria das vezes, em modelos de ocupação desordenados aliados à destruição da cobertura vegetal. Como consequência dessas alterações ambientais, alguns mamíferos silvestres, reservatórios de leishmanias, invadem áreas domiciliadas, onde flebotomíneos com hábito alimentar de maior plasticidade podem ser encontrados, estabelecendo um ciclo de transmissão que pode atingir o homem (RANGEL; LAINSON, 2009).

Considerando seus distintos ciclos de transmissão, a LTA pode ser classificada em três padrões epidemiológicos: (1) silvestre, (2) ocupacional e lazer, (3) rural e periurbano (BRASIL, 2017).

O padrão epidemiológico observado atualmente na cidade do Rio de Janeiro diverge daquele observado nos surtos do início do século XX, quando estes ocorriam pela modificação da antropização da paisagem. Atualmente, é possível reconhecer um duplo perfil de transmissão da LTA, com surtos epidêmicos aparentemente mais próximos do padrão 2, associado à exploração desordenada da floresta, derrubada da cobertura vegetal para construção de estradas, hidrelétricas, povoados, extração de madeira, mineração, agropecuária e ecoturismo. O terceiro padrão de transmissão, rural e periurbano, em áreas

de colonização antiga, está relacionado a processos migratórios, ocupação de encostas e aglomerados em centros urbanos associados a matas secundárias (BRASIL, 2017).

Sua transmissão ocorre em áreas de baixa renda do país, em grande parte em comunidades vulneráveis, com ausência ou ineficiência de serviços básicos como saneamento, coleta de lixo ou infraestrutura (COSTA, 2016).

Biodiversidade de flebotomíneos

A diversidade de espécies de flebotomíneos vem sendo estudada, principalmente nessas três últimas décadas. Dentre as mais de 1000 espécies de flebotomíneos descritos em todo o mundo, aproximadamente 10% estão envolvidas na transmissão de doenças para humanos e outros mamíferos, sendo consideradas vetores potenciais de agentes etiológicos das leishmanioses, arbovírus e bartonelose. Destas, 60% ocorrem no Novo Mundo, sendo no Brasil mais de 600 espécies descritas até o momento, contabilizando 31% de todas as espécies conhecidas mundialmente.

Muitos estudos sobre a distribuição geográfica e classificação de flebotomíneos americanos têm sido publicados. Atualmente, proposta apresentada por Galati (2018), que utiliza o método cladístico e reclassificou os flebotomíneos do Novo Mundo em 22 gêneros, tem sido a mais utilizada. São eles: *Bichromyia*, *Brumptomyia*, *Damptomomyia*, *Deanemyia*, *Edentomyia*, *Evandromyia*, *Expapillata*, *Hertigia*, *Lutzomyia*, *Martinsmyia*, *Micropygomomyia*, *Migonemyia*, *Nyssomyia*, *Oligodontomyia*, *Pintomyia*, *Pressatia*, *Psathyromyia*, *Psychodopygus*, *Sciopemyia*, *Trichoforomyia*, *Viannamyia*, *Warileya*.

Admite-se que estudos que possibilitem conhecer a biodiversidade desses importantes gêneros de espécies vetoras, que possam ocorrer tanto em ambiente florestal como em domiciliar, bem como no limite entre ambos, podem trazer informações úteis para aprofundar o entendimento da ecologia das leishmanioses.

Promoção da saúde

A educação em saúde é uma ferramenta importante no processo de sensibilização individual, de coletividade, de responsabilidade e direito à saúde, capaz de atuar no desenvolvimento intelectual dos estudantes e na promoção de conhecimentos que favoreçam o exercício de cidadania (ROSSI *et al.*, 2012; MEIRELLES *et al.*, 2017). Ações específicas da educação em saúde são de fundamental relevância, uma vez que possibilitam o diálogo e a participação das comunidades afetadas, no sentido de obter efetividade nas estratégias de controle (WHO, 2010).

A participação comunitária frente ao controle de endemias vem ganhando importância e sendo cada vez mais valorizada, pois caracterizadas por fenômenos coletivos, quaisquer medidas de controle implicam na cooperação dos atores sociais envolvidos, em um

processo educacional que vise a estimular essa participação de forma a valorizar e integrar o saber popular nas suas práticas (SERVICE, 1993; GOUVEIA, 2008; ROSSI *et al.*, 2012; MEIRELLES *et al.*, 2017). Assim, a abordagem educativa deve estar presente nas ações de promoção da saúde e prevenção de doenças na vida cotidiana da população, facilitando a incorporação de práticas corretas de forma a atender a real necessidade local (PELICIONI & PELICIONI, 2007; ZOMBINI & PELICIONI, 2011).

Desta forma, o conhecimento da circulação da doença e percepção social de um agravo numa comunidade aproxima as ações de controle à realidade local, tornando a participação comunitária mais ativa e permanente (GOUVEIA, 2006). Neste contexto, são inseridas tecnologias educativas como instrumentos facilitadores do processo ensino-aprendizagem empregados como formas criativas e atrativas de difundir informações e conhecimentos de forma relevante, focando em métodos dinâmicos de ensino (Lima *et al.*, 2017).

Materiais educativos são ferramentas lúdicas, que aliados à educação em saúde permitem o aperfeiçoamento do ensino, sendo uma técnica prática, inovadora e prazerosa (FORTUNA, 2000). O material educativo, além de promover a capacitação, colabora na uniformização das orientações e estimula os profissionais para a ação (ECHER, 2005). Desta forma, o objetivo da educação em saúde, no âmbito escolar, é fazer com que os alunos sejam capazes de intervir na manutenção e melhoria de suas condições de saúde e da comunidade onde vivem (MOHR, 1995).

No campo das doenças transmissíveis, o ambiente saudável é aquele em que a transmissão da doença é eliminada ou reduzida a partir de práticas que envolvam a comunidade em parceria com os serviços de saúde, o manejo e o controle ambiental, em que o manejo é o conjunto de metodologias e práticas que concorrem para a preservação da qualidade do meio ambiente saudável (SÃO PAULO, 2012).

As leishmanioses na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica

A Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) está inserida na maior floresta urbana do Brasil e das Américas, com área de preservação permanente e ecossistemas humanos modificados. Seis comunidades estão adjacentes à EFMA, são elas: Faixa Azul, Fincão, Sampaio Corrêa, Viana do Castelo, Nossa Senhora dos Remédios e Caminho da Cachoeira, abrigando mais de 700 moradores em 194 residências. As áreas acima da cota de 100 metros localizam-se dentro dos limites do Parque Estadual da Pedra Branca, sendo caracterizadas como áreas de preservação permanente. Já os ecossistemas mais baixos estão amplamente modificados devido ao desenvolvimento de atividades agrícolas e à construção de moradias. A porção oeste da EFMA é uma área de conservação ambiental com predominância de vegetação da Mata Atlântica secundária, que corresponde a uma floresta densa de sombra e está localizada no quadrante formado pelas coordenadas

22°56'26" S e 43°28'50" W (GOUVEIA, 2006; SOUZA *et al.*, 2015; COSTA, 2016).

O surgimento de casos humanos de LTA é constante no entorno da EFMA, que apresenta um conjunto de características ambientais, sociais e comportamentais presentes nessas localidades, permitindo a manutenção da transmissão (GOUVEIA, 2008). Dois perfis epidemiológicos são observados no território: (1) ocupacional e lazer, justificado pelas incursões de visitantes ou mesmo moradores atraídos pelas trilhas e cachoeiras; (2) periurbano, em áreas de colonização com a ocupação de encostas, associados a matas secundárias ou residuais (COSTA, 2016).

A manutenção do ciclo de transmissão da LTA no local pode ser atribuída à ausência de coleta de lixo, os quais são depositados nas ruas ou na borda da mata, favorecendo um ambiente propício não apenas para o desenvolvimento das formas imaturas dos vetores, mas também atrativos para roedores, que possivelmente participam do ciclo de transmissão da doença como reservatórios do parasito (AFONSO *et al.*, 2005).-

É digna de nota a presença de bananeiras e de abrigos para animais domésticos, como canis e galinheiros, no peridomicílio, favorecendo, assim, a atração dos flebotomíneos adultos e o possível desenvolvimento da fase imatura. As condições das moradias, muitas vezes sem proteção em janelas e portas, sem emboço, favorecem a entrada do flebotomíneo no ambiente domiciliar, assim como a proximidade das casas da mata, o que aumenta o contato entre os moradores e os vetores. A maioria das famílias apresenta baixos níveis de renda e escolaridade, bem como más condições de saneamento e moradia (ISER, 2004). O maior número de casos da doença tem se concentrado em áreas onde as habitações humanas estão próximas às matas secundárias, relacionados aos processos migratórios e à ocupação de encostas, que modificam a paisagem e favorecem a instalação de ciclos de transmissão com tendência à transmissão intra e peridomiciliar (GOUVEIA, 2006).

Vale destacar que a LTA já foi o agravo de principal preocupação de saúde pública destacada pelos moradores (FIOCRUZ, 2004 a, 2004b). Dentre as comunidades adjacentes à EFMA, numa análise dos casos do Rio de Janeiro no período de 2001 a 2005, a comunidade Caminho da Cachoeira foi responsável por 65% dos casos de LTA na cidade do Rio de Janeiro, seguida por Fincão, com 27%, e Viana do Castelo e Faixa Azul, com cerca de 4% dos casos, sem registros nas comunidades de Sampaio Correa e Nossa Senhora dos Remédios (GOUVEIA, 2012).

O presente estudo teve como objetivo conhecer a biodiversidade das espécies vetoras, no EFMA, contribuindo para o entendimento da ecologia das leishmanioses, bem como nortear um trabalho de sensibilização e conscientização da comunidade, possibilitando o exercício da cidadania.

MATERIAL E MÉTODOS

Diversidade da fauna de flebotomíneos

A maioria das capturas se concentrou na Comunidade Caminho da Cachoeira por ser o local com maior número de casos de LTA (Figura 2). Nos estudos taxonômicos, as capturas foram realizadas com a utilização de armadilhas de luz do tipo HP (PUGEDO, 2005), instaladas no crepúsculo vespertino e retiradas no crepúsculo matutino (18h às 06h), totalizando 12h de exposição. Para o estudo de ritmo de atividade, foi utilizada a armadilha de Shannon (usando uma fonte de luz/lâmpada de luz LED) e dois funcionários LIVEDIH atuando como coletores, utilizando capturador de Castro (CASTRO, 1937). Os espécimes capturados foram separados em tubos de polipropileno de hora em hora de captura, com dois objetivos: (1) avaliar a frequência horária e detectar possíveis espécies vetoras, para flebotomíneos pousados na armadilha; e (2) avaliar a atração por humanos, para espécies que eventualmente pousaram nos coletores. A temperatura e umidade relativa foram registradas a cada hora; e um modelo log-linear foi utilizado para estimar os parâmetros do ritmo de atividades nas distintas estações do ano (MCCULLAGH; NELDER, 1989).

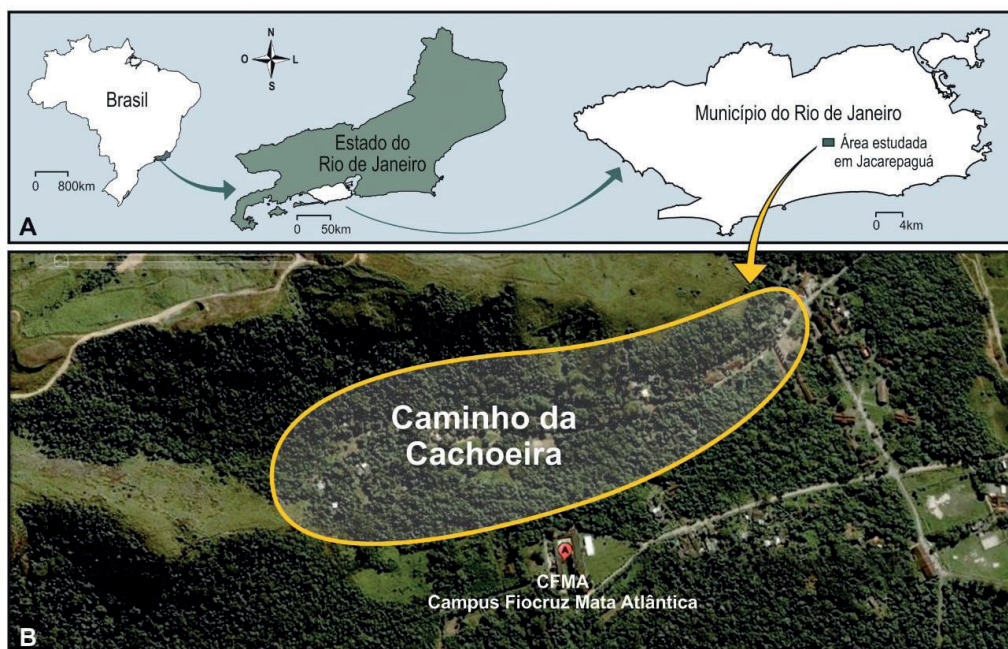


Figura 2. Localização da Fiocruz da Mata Atlântica/Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. A: Estado do Rio de Janeiro, Brasil, Município do Rio de Janeiro, Área estudada no Bairro de Jacarepaguá. B: Fiocruz da Mata Atlântica, Comunidade Caminho da Cachoeira. Estação de Monitoramento na área de transição entre o peridomicílio e a mata. Ilustração: Heloisa Diniz, 2019.

Identificação dos vetores: Os flebotomíneos capturados foram fixados nas próprias instalações da EFMA e/ou transportados para o LIVEDIH. No laboratório, os insetos capturados foram triados, clarificados e diafanizados de acordo com o método de Ryan (1986), montados entre lâmina e lamínula para identificação taxonômica, utilizando as nomenclaturas de Galati (2018) e Marcondes (2007).

Sazonalidade: Capturas semanais, pelo período de 24 meses consecutivos. De janeiro de 2012 a dezembro de 2013, foram realizadas em duas estações de monitoramento: (1) na floresta a 500 metros da área de transição na fronteira do Caminho da Cachoeira com a mata; e (2) na área peridomiliar da última casa da Comunidade (presença de quatro canis e um galinheiro), com resultados descritos em Souza *et al.* (2015).

Ritmo de atividade: As atividades foram realizadas mensalmente, durante 24 meses consecutivos, de janeiro de 2009 a dezembro de 2010, por 12h ininterruptas (18h às 06h), (SOUZA *et al.*, 2019).

Levantamento da fauna flebotomínica em mata remanescente na EFMA: Um estudo em transecto na EFMA foi realizado de março a maio de 2015, abrangendo três áreas: (1) área altamente afetada dentro de uma floresta sob efeito de borda cercada por habitações humanas, caracterizadas por árvores dispersas, poucos arbustos, algumas áreas abertas (22–25 *m.a.s.l.*), constante influência antropogênica e presença de animais; (2) região situada em uma floresta contígua ao Parque Estadual da Pedra Branca, distante 800m da primeira área de assentamentos humanos e com pessoas (42–55 *m.a.s.l.*). Embora essa área fosse fortemente alterada pela agricultura no passado, predominantemente nos séculos XVIII e XIX, apresentou inúmeras árvores frutíferas e arbustos no período das capturas, representando um estágio intermediário de floresta recuperada; e (3) área mais preservada, a 1.772 m da primeira estação de monitoramento e com difícil acesso (135–150 *m.a.s.l.*), sem alterações antrópicas evidentes, apresentando um cenário intimamente relacionado à segunda área de monitoramento, mas sem árvores frutíferas (GODOY *et al.*, 2018).

Ações de promoção da saúde como vigilância em leishmanioses

Percepção Social: Foram realizadas nove entrevistas individuais (líder comunitário e moradores de todos os setores do CFMA) seguindo o roteiro para entrevista semiestruturado, composto por perguntas abertas de caráter qualitativo, sem a identificação dos sujeitos das falas (Protocolo CEP/ENSP nº 126/05 aprovado em 07/12/2005) (GOUVEIA, 2006).

Mobilização social: Oito agentes comunitários de saúde (ACS) e da equipe de saúde da família (ESF) participaram da mobilização das comunidades adjacentes à EFMA e mobilização para participação das “Oficinas em Leishmanioses”, as quais foram realizadas durante o atendimento ambulatorial e por cartazes impressos afixados nos principais locais de circulação. Desta forma, as atividades foram integradas ao serviço de saúde do Centro

Municipal de Saúde (CMS) Mata Atlântica (COSTA, 2016).

As atividades educativas foram pautadas no diálogo e na participação comunitária, optando-se, assim, pelo formato de oficinas com abordagem qualitativa junto aos técnicos de saúde, as comunidades educacionais e de moradores do entorno do EFMA. As atividades dirigidas aos ACS e ESF ocorreram em dias de semana, com datas previamente acordadas. As atividades com os moradores do entorno da EFMA foram programadas em finais de semana, com o intuito de não alterar a rotina diária dos participantes. As atividades com os estudantes foram agendadas com a Coordenação Pedagógica da Escola Municipal Juliano Moreira.

Oficina de atualização em leishmanioses: Foram realizadas duas oficinas dialógicas de “Atualização em Leishmanioses”, em 2014, com a equipe da Vigilância Ambiental, ESF, e profissionais que atuavam em áreas de risco ambiental.

A atividade, com duração de aproximadamente 4h, apresentou as questões mais relevantes das leishmanioses, com foco na LTA, sendo discutidos os temas: histórico, importância e caracterização das leishmanioses (no mundo, Brasil, Rio de Janeiro e na Área de Planejamento 4); leishmanioses (epidemiologia e medidas de prevenção); propostas de vigilância e controle integrando a atenção básica (COSTA, 2016).

As oficinas apresentaram a seguinte dinâmica (COSTA, 2016): (1) roda dialógica de acolhimento e apresentação dos participantes para estabelecimento de contatos e conhecimento mútuo (50 minutos); (2) apresentação de sequência de slides com conteúdo sobre ecologia, epidemiologia e práticas preventivas das leishmanioses (85 minutos); (3) debate sobre a prática dos participantes sobre cada um dos pontos abordados (60 minutos); (4) síntese coletiva do conteúdo trabalhado, gerando quadro de frases e palavras (45 minutos).

Oficina sobre as leishmanioses: Foram realizadas duas edições das “Oficinas sobre as Leishmanioses”, em 2015, com moradores das comunidades, especialmente Caminho da Cachoeira, Fincão e Sampaio Correa.

A atividade teve a duração de 5h30min, abordando os temas: leishmanioses, leishmanioses em Jacarepaguá e na EFMA, fatores de risco para o agravo, medidas de prevenção e cuidados (COSTA, 2016).

Oficina para produção de telas de proteção com transferência de tecnologia social: Sob a forma de dinâmica de grupo, a oficina trabalhou a tecnologia social de construção de telas sob medida e de baixo custo, para as janelas e portas. Cada participante pôde confeccionar sua própria tela, adquirindo habilidades e competências para reproduzir a atividade para todos os cômodos de sua casa (COSTA, 2016).

Oficina escolar e materiais educativos: Foram realizadas oito oficinas com palestras e atividades lúdicas para 25 educadores e cerca de 120 alunos de escolas públicas do ensino fundamental em áreas de transmissão de LTA, articulando teoria e prática na construção do conhecimento de forma ativa e reflexiva.

Sob o tema “Leishmanioses”, a prática constou de observação ao microscópio óptico de flebotomíneos montados entre lâmina e lamínula, de insetos em caixa entomológica, conservados em álcool 70% e em modelo *biscuit*.

Foram elaborados jogos educacionais no formato de quebra-cabeça, jogo da memória e jogo da velha (Figura 3A, B; COSTA, 2016); observação e discussão de folhetos e banners; elaboração de murais; desenhos temáticos e técnica de varal do saber; nuvens de palavras; mural da ciência; além de distribuição de cartilha de atividades lúdicas e folhetos temáticos para escolares visando a fixação do conteúdo apresentado (Figura 4A, 4B, 4C; AFONSO *et al.*, 2015, 2016, 2017).

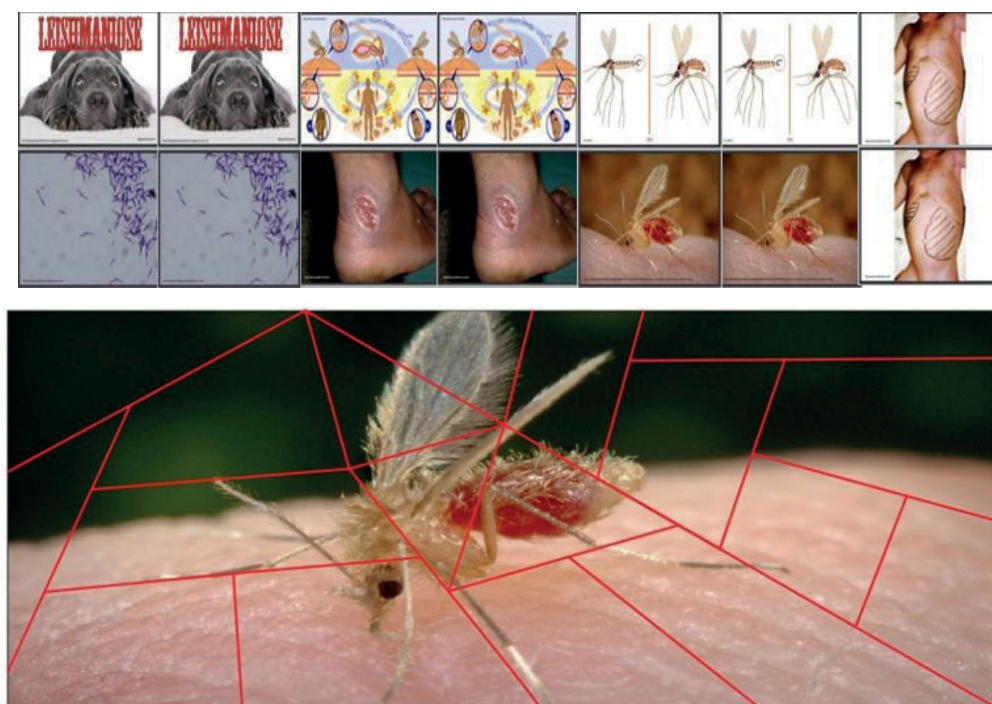


Figura 3. Jogos educativos desenvolvidos para atividades lúdicas com os discentes das comunidades (Escola Municipal Juliano Moreira) adjacentes à Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. A. Quebra-cabeça. B. Jogo da memória. Fonte: Material do acervo do LIVEDIH/IOC, 2014.



Leishmaniose Tegumentar

Diferente do mosquito da dengue, o MOSQUITO PALHA, é pequeno, tem o corpo claro, costuma picar ao entardecer e durante a noite, e suas larvas vivem na terra.

Vamos nos unir contra o mosquito palha!

Ele pode transmitir a Leishmaniose Tegumentar!

JUNTE-SE A NÓS PARA COMBATÊ-LO!!

Algumas medidas para deixar o mosquito palha longe de nossas casas:

Não deixar acumular lixo perto de casa;

Manter o quintal limpo (roçado, sem acúmulo de folhas e lixo);

Manter galinheiros, chiqueiros, canis e outros abrigos de animais afastados de casa;

Evitar entrar na mata ao entardecer e durante a noite;

Usar repelente nesses horários;

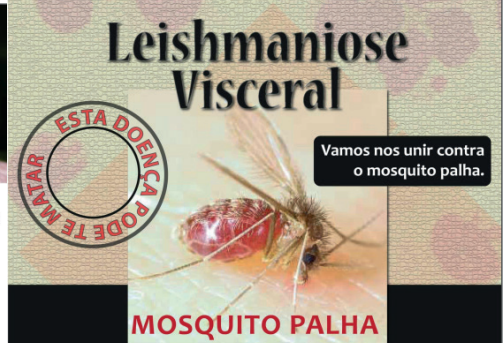
Tapar frestas e buracos das paredes e telhados de casa;

Colocar telas finas em janelas e portas.

O tratamento da Leishmaniose Tegumentar é gratuito!

Se aparecer uma ou mais feridas arredondadas, fundas e vermelhas na sua pele, procure o POSTO DE SAÚDE mais próximo.

LABORATÓRIO INTERDISCIPLINAR DE VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA EM DIPTERA E HEMIPTERA
Laboratório de Referência em Vigilância Entomológica, Taxonomia e Ecologia de Vetores das Leishmanioses
Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Pavilhão Carlos Chagas 5º andar salas 37 e 43
Tel.: (21) 2562-1315 (21) 2562-1303 (21) 2562-1333



Leishmaniose Visceral

Vamos nos unir contra o mosquito palha.

MOSQUITO PALHA

Diferente do mosquito da dengue, ele é pequeno, tem o corpo claro, costuma picar ao entardecer e durante a noite, suas larvas vivem na terra.

Ele pode transmitir a Leishmaniose Visceral

JUNTE-SE A NÓS PARA COMBATÊ-LO!!

Algumas medidas para deixar o mosquito palha longe de nossas casas:

Não deixar acumular lixo perto de casa;

Manter o quintal limpo (roçado, sem acúmulo de folhas e lixo);

Manter galinheiros, chiqueiros, canis e outros abrigos de animais afastados de casa;

Evitar entrar na mata ao entardecer e durante a noite;

Usar repelente nesses horários;

Tapar frestas e buracos das paredes e telhados de casa;

O tratamento da Leishmaniose Visceral é gratuito!

Se aparecerem sintomas como febre prolongada, fraqueza, emagrecimento, anemia e barriga inchada, procure o POSTO DE SAÚDE em um centro de saúde ou em uma unidade de saúde (uma grande) ou em um Centro de Diagnóstico de Leishmanioses.

LABORATÓRIO INTERDISCIPLINAR DE VIGILÂNCIA ENTOMOLÓGICA EM DIPTERA E HEMIPTERA
Laboratório de Referência em Vigilância Entomológica, Taxonomia e Ecologia de Vetores das Leishmanioses
Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Pavilhão Carlos Chagas 5º andar salas 37 e 43
Tel.: (21) 2562-1315 (21) 2562-1303 (21) 2562-1333



IOC
Instituto Oswaldo Cruz

O que são leishmanioses?
As leishmanioses são doenças infecciosas causadas por parasitos transmitidos ao homem por insetos bem pequeninhos, chamados flebotomos.

Que tipos de leishmanioses existem no Brasil?
No Brasil ocorrem duas formas: leishmaniose tegumentar (ou cutânea) e leishmaniose visceral.

O que é leishmaniose tegumentar?
A leishmaniose tegumentar também chamada de leishmanioses cutânea porque afeta a pele e mucosas. Ela é encontrada em todos os estados brasileiros e, dependendo da região, é transmitida por diferentes vetores.

O que é leishmaniose visceral?
A leishmaniose visceral é uma doença grave, que afeta o fígado, o baço e a medula óssea e atinge principalmente crianças. Ela ocorre em todas as regiões brasileiras.

Quais os sintomas da leishmaniose visceral?
Os principais sintomas são febre prolongada, fraqueza, emagrecimento, anemia e barriga inchada, por causa do aumento do fígado e do baço. Se não receber o tratamento adequado, ou demorar a ser diagnosticada, a leishmaniose visceral pode levar à morte.

Como evitar as leishmanioses?
É possível evitar as leishmanioses protegendo-se do inseto vetor, a flebotomo. O horário de atividade deste inseto é principalmente no final da tarde, mas ele também age no início da noite até as primeiras horas da manhã. Ao notar qualquer um dos sintomas, procure um médico.

Existe tratamento para leishmanioses?
O Sistema Único de Saúde (SUS) oferece tratamento específico e gratuito para as leishmanioses em unidades de saúde de todo o país. O tratamento é feito através de medicamentos específicos, repouso e boa alimentação, como recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Quanto antes o tratamento for iniciado, maior a possibilidade de recuperação e cura.

O Instituto Oswaldo Cruz no combate às leishmanioses.
O Instituto Oswaldo Cruz realiza pesquisas sobre as espécies de leishmânias, seus vetores e mamíferos reservatórios, sobre a epidemiologia das doenças e a desenvolvimento de possível vacinas.

Ministério da Saúde
Fundação Oswaldo Cruz-Instituto Oswaldo Cruz
Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera
Laboratório de Referência em Vigilância Entomológica: Taxonomia e Ecologia de Vetores das Leishmanioses
Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ | Av. Brasil, 4305, Pavilhão Carlos Chagas, 5º andar
21040-900-Rio de Janeiro-RJ-BRASIL
Tele: (021) 2562-1303 (021) 2562-1315

Figura 4. Folhetos informativos sobre as leishmanioses distribuídos nas oficinas realizadas com Agentes Comunitários de Saúde, Equipe de Saúde da Família, moradores, discentes e docentes das comunidades do Entorno da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. A. Leishmaniose Tegumentar. B. Leishmaniose Visceral. C. As Leishmanioses. Fonte: Material do acervo do LIVEDIH/IOC, 2014.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Biodiversidade da fauna de flebotomíneos e a transmissão da LTA

Nyssomyia intermedia apresentou quantidade superior, com um índice de 96% das espécies coletadas no ambiente do intradomicílio, peridomicílio e na mata na comunidade Caminho da Cachoeira (SOUZA *et al.*, 2015, 2019).

Sazonalidade dos flebotomíneos

O total de 3.249 espécimes de flebotomíneos distribuídos em 13 espécies foram capturados no Caminho da Cachoeira. São elas: *Brumptomyia brumpti*, *Br. nitzulescui*, *Br. cunhai*, *Br. sp.*, *Nyssomyia intermedia*, *Ny. whitmani*, *Migonemyia migonei*, *Psychodopygus h. hirsutus*, *Micropygomyia quinquefer*, *Pintomyia fischeri*, *Evandromyia edwardsi*, *Lutzomyia longipalpis*, *Psathyromyia pelloni* (SOUZA *et al.*, 2015).

Em relação à sazonalidade das espécies capturadas, apenas *Ny. intermedia* foi capturada ao longo de todo o ano. *Ny. intermedia* mostrou o pico de atividade em fevereiro e setembro. *Mg. migonei* não foi encontrado em janeiro e maio, sendo a espécie mais frequente em setembro. *Pi. fischeri* foi a espécie mais capturada em setembro, *Ps. h. hirsutus* foi mais frequente em outubro e *Ny. whitmani* em março, maio e outubro. Já *Lu. longipalpis* foi encontrada apenas em março, agosto, outubro e novembro (SOUZA *et al.*, 2015).

Levantamento da fauna flebotomínica em remanescente florestal da EFMA

Em área de floresta, foram capturados 343 flebotomíneos distribuídos em 16 espécies: *Brumptomyia cardosoi*, *Br. cunhai*, *Br. nitzulescui*, *Ev. edwardsi*, *Expapillata firmatoj*, *Mi. schreiberi*, *Mg. migonei*, *Pi. bianchigalatae*, *Pi. fischeri*, *Pi. misionensis*, *Pa. lanei*, *Pa. lutziana*, *Pa. pascalei*, *Pa. pelloni*; *Ps. h. hirsutus* e *Sciopemyia microps*. As mais frequentes foram *Br. cunhai*, *Br. nitzulescui* e *Ps. h. hirsutus*. Das 16 espécies registradas, apenas *Ev. edwardsi*, *Mi. schreiberi*, *Mg. migonei* e *Ps. h. hirsutus* foram capturadas nas três estações, sendo *Ps. h. hirsutus* a espécie mais abundante (GODOY *et al.*, 2018).

Ritmo de atividade dos vetores de LTA

O total de 14.497 flebotomíneos foram capturados no Caminho da Cachoeira. Foram capturadas quatro espécies vetoras de LTA. São elas: *Ny. intermedia* (93,8%) a espécie com maior abundância, seguida por *Mg. migonei* (3,4%), *Pi. fischeri* (1,3%) e *Ps. h. hirsutus* (0,8%), totalizando 99,3% dos indivíduos coletados (SOUZA *et al.*, 2019).

Nyssomyia intermedia foi a espécie mais capturada nas paredes da armadilha de Shannon no primeiro ano (95%), no segundo ano (93,6%), bem como pousando nos

coletores (indicando atração por humanos), com 90% e 89,3% nos dois anos de coletas, respectivamente. A análise do ritmo de atividade noturna de *Ny. intermedia* foi estimada e a maior abundância de flebotomíneos foi registrada no verão e no inverno, com diferentes picos de atividade, por volta das 0h56min e 22h49min, respectivamente. Na primavera, a atividade atingiu o pico em 0h55min, enquanto no outono atingiu o pico em 23h38min. Com relação à atração por humanos, dentre os flebotomíneos capturados, *Ny. intermedia* foi a espécie mais frequente, apresentando maior abundância no verão e na primavera, com picos de atividade às 0h55min e 0h32min, respectivamente. No inverno, a atividade atingiu o pico às 0h e no outono às 22h55min (SOUZA *et al.*, 2019). Esses resultados revelaram um padrão de atividade de atração e alimentação por volta de meia noite, com exceção da primavera, em que o pico foi registrado um pouco mais cedo.

Os estudos realizados na EFMA identificaram 5 vetores que podem estar participando do ciclo da transmissão da LTA: *Ny. whitmani*, *Pi. fischeri*, *Mg. migonei*, *Ps. h. hirsutus* e *Ny. intermedia*. Discutiremos abaixo somente *Ny. intermedia*, por ter sido a espécie mais coletada durante todos os estudos até a presente data.

As ocorrências de *Ny. intermedia*, *Mg. migonei*, *Ps.h. hirsutus*, *Pi. fischeri*, *Ny. whitmani* e *Lu. longipalpis*, simultaneamente, tanto no ambiente domiciliar quanto na mata, sugerem que essas espécies estariam circulando entre o ambiente antropizado e natural, favorecendo a manutenção do ciclo de transmissão da LTA na EFMA.

Rangel *et al.* (1984), realizando investigações sobre a transmissão da LTA em Vargem Grande Jacarepaguá, RJ, encontraram um exemplar de *Ny. intermedia* naturalmente infectado albergando leishmania do complexo “*braziliensis*”, achado este que veio reforçar a incriminação de *Ny. intermedia* como vetor local da *Leishmania (Viannia) braziliensis*. A espécie também foi encontrada naturalmente infectada por *Le. (V.) braziliensis* nos bairros de Pau da Fome, Cachamorra, Cabuçú, Lameirão Pequeno e Colônia Juliano Moreira, usando uma reação em cadeia da polimerase (PCR) *multiplex non-isotopic hybridisation assay* (PITA-PEREIRA *et al.*, 2005).

Anteriormente, a espécie já tinha sido encontrada naturalmente infectada por flagelados no Paraná (FORATTINI, 1952), São Paulo (FORATTINI *et al.*, 1972a; 1972b; CASA NOVA *et al.*, 1995) e Espírito Santo (ROCHA *et al.*, 2010).

Vários estudos epidemiológicos e levantamentos entomológicos realizados em diferentes regiões do RJ confirmaram que *Ny. intermedia* é a espécie predominante em ambientes peridomiciliares na mata. Os municípios do Rio de Janeiro onde indivíduos de *Ny. intermedia* foram registrados estão assinalados na Figura 5 (CARVALHO *et al.*, 2014; AZEVEDO *et al.*, 2015; VIEIRA *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2015; PERES-DIAS *et al.*, 2016 e SOUZA *et al.*, 2019). Acresce que *Ny. intermedia* parece ser fortemente atraída por cães e equinos (carácter sinantrópico), sugeridos como reservatórios de *L. (V.) braziliensis* no estado. Ainda, apresenta um alto grau de antropofilia (RANGEL; SHAW, 2018).

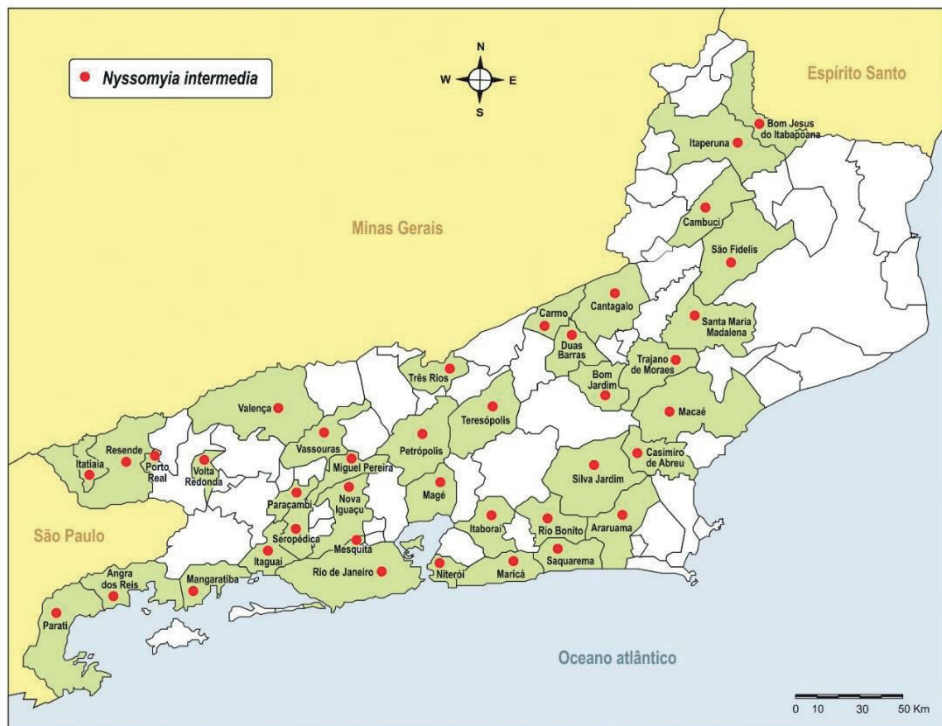


Figura 5. Mapa do Estado do Rio de Janeiro ressaltando a presença de *Nyssomyia intermedia*. Fonte: Nataly Souza e Heloísa Diniz, ano 2019.

Nyssomyia intermedia foi capturada nos meses mais quentes e mais frios do ano, indicando a plasticidade desse vetor a diferentes estações do ano, o que significa que a transmissão da doença pode ocorrer em qualquer época do ano na comunidade do Caminho da Cachoeira.

O estudo sobre o ritmo horário de atividade dos vetores de LTA contribui com subsídios para a Comunidade Caminho da Cachoeira, no sentido de orientar os moradores em que momento do dia ou da noite estão mais susceptíveis a adquirir a doença. O estudo aponta que os moradores do Caminho da Cachoeira têm maior risco de serem picados por *Ny. intermedia* entre as 22h e 01h35min. Isso coincide com o período que os moradores retornam de suas atividades profissionais, educacionais e religiosas, colocando-os em maior risco de adquirir a leishmaniose (SOUZA *et al.*, 2019).

Atividades de educação em saúde em leishmanioses

Percepção social: A partir dos 09 relatos, incluindo o líder comunitário e os moradores, foram observadas lacunas no entendimento sobre prevenção e epidemiologia da LTA, em que houve notório cruzamento com informações veiculadas sobre outras doenças, como dengue e parasitoses intestinais.

As práticas de educação em saúde baseadas em estudo sobre a percepção social da LTA proporcionaram aos moradores conhecimento sobre os vetores, seus hábitos e habitats, bem como a transmissão da doença, resultando em ações de gestão ambiental que ocorreram de forma espontânea. Tais iniciativas resultaram em modificações ambientais capazes de influenciar nos hábitos de vetores, ocorrendo a redução no número de flebotomíneos capturados.

Esses resultados demonstram que essas ações junto à comunidade, quando bem empregadas, podem auxiliar na prevenção e controle de doenças, corroborando os comentários de São Paulo (2012), quando afirma que o emprego de alternativas baratas, práticas e simples podem ser incorporadas no dia a dia das populações que vivem em áreas de risco, diminuindo a incidência da LVA.

Mobilização social: A metodologia dialógica empregada facilitou a integração dos ACS e ESF com os moradores convidados durante as oficinas, estimulando suas participações na convocação dos moradores nas comunidades em que previamente atuavam. Esse resultado demonstra a importância do estímulo na atuação dos ACS e ESF junto à comunidade e o sucesso das metodologias educativas na prática de divulgação científica utilizadas como estratégias de promoção da saúde.

Oficina de atualização em leishmanioses: A oficina foi iniciada com uma conversa, buscando a identificação, a partir de relatos pessoais, experiências prévias com casos de LTA e a relação dos participantes com o ambiente (COSTA, 2016). Após as informações iniciais e esclarecimento de dúvidas, os conteúdos sobre leishmanioses foram apresentados, seguidos de discussão dos conceitos, em que os participantes registraram suas sugestões espontâneas por escrito (COSTA, 2016).

O resultado desse trabalho foi constatado pela integração entre profissionais de saúde e moradores, que passaram a atuar como divulgadores de conceitos e conhecimentos, sensibilizando e motivando as comunidades para participação nas demais oficinas (COSTA, 2016).

Oficina sobre as leishmanioses: A oficina contou com a participação de 15 moradores das comunidades Caminho da Cachoeira, Fincão, Viana do Castelo, Faixa Azul e Sampaio Correa.

O início das oficinas se deu por amplo debate e interação entre os participantes sobre o entendimento do agravo. Em seguida, foi feita a apresentação e discussão do conteúdo teórico: conceitos sobre a transmissão da doença, a ecologia dos vetores, o tratamento e a prevenção, integrados ao ambiente em que os moradores vivem, visando à redução da transmissão da LTA, criando oportunidades para formação de noções sedimentadas sobre a doença, preenchendo lacunas no entendimento tanto dos agentes comunitários de saúde, quanto da população atendida por eles (COSTA, 2016).

O processo buscou investigar as concepções prévias para sanar lacunas do conhecimento, sensibilizando-os e informando-os de forma a garantir a participação

coletiva na construção dos saberes. Em uma apropriação reflexiva e socializada de todo processo por parte dos atores, as oficinas foram realizadas com discussões e dinâmicas de perguntas e respostas, buscando promover um novo olhar sobre o ambiente em que vivem (COSTA, 2016). Ao final da atividade, os participantes apresentaram frases ou palavras que remetiam à apropriação dos conhecimentos sobre a LTA, gerando uma “nuvem de palavras”. Folhetos informativos sobre as leishmanioses foram distribuídos contribuindo para a divulgação do assunto trabalhado.

Oficina para produção de telas de proteção com transferência de tecnologia social:

A participação voluntária na oficina de construção de tela para janelas e portas pode ser justificada pelo estímulo gerado após as oficinas de difusão de conhecimentos, em desenvolver práticas que possibilitam a redução do contato com os flebotômíneos vetores no interior das residências (COSTA, 2016).

A tecnologia de telagem foi baseada na interação de atores sociais que se apropriaram e socializaram a informação. Desse modo se caracterizou como uma ferramenta adequada para a melhoria da qualidade do ambiente e da saúde humana, representando solução para a inclusão social (BAVA, 2004; FERNANDES; ACCORSSI, 2013; DAGNINO *et al.*, 2004; SILVA; ALENCAR, 2014).

A abordagem metodológica abrangeu transferência de tecnologias por meio da socialização de informações, bem como a apropriação dos conhecimentos com o uso de tecnologia social na promoção da saúde, contribuindo com o planejamento estratégico dirigido às ações de controle das leishmanioses, no âmbito do Sistema Único de Saúde. Trabalhou-se no tripé informação-educação-comunicação com recursos da transferência de conhecimento e a produção de tela protetora, na possibilidade de ser reconhecida como política pública para o enfrentamento e superação da pobreza no país. Como resultado dessa prática foi elaborado um guia ilustrado para construção de tela de proteção (Figura 6).



Figura 6. Guia de telagem de portas e janelas, produto da oficina para produção de telas de proteção com transferência de tecnologia social, realizada com a comunidade do entorno da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Fonte: Material do acervo do LIVEDIH/IOC, 2019.

Oficina escolar e materiais educativos: Durante a realização das atividades (Figura 7; COSTA, 2016), percebeu-se o interesse de professores e alunos. Os docentes foram sensibilizados e estimulados a sintetizar o resultado do conhecimento adquirido na construção de “nuvens de palavras” e no mural temático para escola, produzido previamente pelos alunos. A interação dos alunos com os instrutores ocorreu por meio de perguntas diversas sobre o tema e participação nas atividades lúdicas; os professores responderam ao questionário de avaliação final.



Figura 7. Práticas de divulgação científica com alunos do ensino fundamental da Escola Municipal Juliano Moreira, próxima à Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Fonte: Material do acervo do LIVEDIH/IOC, 2017.

No intuito de contribuir para o esclarecimento das principais dúvidas dos moradores da comunidade, foi elaborada uma cartilha baseada nos resultados das entrevistas, em associação com os saberes já sedimentados sobre a LTA. A cartilha ilustrada e de linguagem popular apresentava conceitos básicos sobre LTA de modo a esclarecer dúvidas e orientar estudantes, líderes comunitários e a população em geral (GOUVEIA, 2006). O material educativo adotou modelagem em estilo revista em quadrinhos, com desenhos que atraíam as crianças de uma maneira geral. Esta foi encaminhada para o Programa Nacional de Leishmanioses/Secretaria de Vigilância em Saúde, que aprovou seu uso e distribuição em atividades de educação voltadas para LTA (GOUVEIA, 2006).

Foram desenvolvidos dois jogos para as oficinas entre os discentes: quebra-cabeça e jogo da memória, ambos voltados para a fixação dos conteúdos, de forma lúdica, por meio de atividades educacionais, articulando teoria e prática na construção do conhecimento. Utilizados como instrumentos educativos de divulgação científica, estratégia didática de educação em saúde, como recurso complementar paradidático, ressaltaram a importância da contextualização dos conhecimentos, de forma interativa para a prevenção das leishmanioses e promoção da saúde.

Trabalhados junto aos alunos do ensino fundamental buscaram o melhor entendimento das relações ecológicas e percepção de risco dos agravos. A difusão da informação se fez através de práticas lúdicas tendo como público-alvo não só os alunos, mas também os educadores e demais funcionários.

O uso de jogos e outras práticas lúdicas aplicadas à temática da saúde facilitam a apresentação de conceitos específicos de forma alternativa, sensibilizando a população para a percepção do risco de adoecer, bem como para a prática de atitudes preventivas. As estratégias de educação em saúde têm sido aplicadas em escolas, comunidades e postos de saúde visando à promoção da saúde e ao bem-estar coletivo, inseridos na dinâmica de transformação social como um conjunto de atividades veiculadas como artefatos ou saberes estruturados para o desenvolvimento de autonomia e responsabilidade das pessoas e comunidades com sua saúde (MOREIRA & ALVIM, 2013; CASTRO & BORJA-CABRERA, 2017; LIMA *et al.*, 2017).

CONCLUSÕES

Sobre os estudos da biodiversidade da fauna de flebotomíneos locais, nos diferentes sítios de capturas, destacam-se: *Brumptomyia brumpti*, *Br. cunhai*, *Br. sp.*, *Brumptomyia cardosoi*, *Br. nitzulescui*, *Evandromyia edwardsi*, *Expapillata firmatoi*, *Mi. schreiberi*, *Pa. lanei*, *Pa. lutziana*, *Pa. pascalei*, *Pa. pelloni*, *Pi. bianchigalatae*, *Pi. fischeri*, *Pi. misionensis*, *Sciopemyia microps*, *Nyssomyia intermedia*, *Lutzomyia quinquefer*, *Nyssomyia whitmani*, *Migonemyia migonei*, *Ps. h. hirsutus*, *Micropygomyia quinquefer*, *Pintomyia fisheri*, *Evandromyia edwardsi*, *Psathyromyia pelloni*. Destaca-se o primeiro registro de *Lutzomyia longipalpis* para a área da EFMA.

Com relação à ecoepidemiologia de LTA, tem-se dois importantes vetores: *Ny. intermedia* e *Migonemyia migonei*, nas áreas de ocorrência de casos humanos.

Nyssomyia intermedia é, sem dúvida, o principal vetor da LTA no Rio de Janeiro aliado a todos os estudos realizados na EFMA, com exceção de Godoy (2018), que não aponta a alta frequência da espécie, presente em todos os outros ecótopos investigados.

O sucesso das ações de vigilância e controle dos vetores de agentes etiológicos da LTA, planejadas pelo Ministério da Saúde, ainda permanece como um grande desafio.

Os cenários epidemiológicos observados demonstram a importância de ações

envolvendo não só a vigilância entomológica, mas também de promoção da saúde, possibilitando a formação de noções bem sedimentadas sobre esses agravos, preenchendo lacunas no entendimento sobre os vetores, transmissão, mecanismos de prevenção e seu controle.

As práticas de Educação em Saúde e Tecnologias Sociais desenvolvidas junto às comunidades adjacentes à EFMA permitiram que os moradores pudessem se apropriar de conhecimentos e entender os riscos de transmissão da LTA local. Os ciclos de oficinas e debates foram ações que influenciaram na ocorrência da doença. Considerando também a lógica de mitigar as iniquidades sociais, os estudos e ações desenvolvidos na região da EFMA implantaram estratégias, integrando saúde e ambiente, como foco prioritário na qualidade de vida da população local, porque apontam para a necessidade de adotar políticas que envolvam ações de educação em saúde, manejo ambiental e compreensão dos conceitos básicos da doença, como elementos necessários para o sucesso de um programa integrado de saúde, vigilância entomológica e controle do LTA na região.

AGRADECIMENTOS

Ao Biólogo Antônio Ferreira de Santana, à Dr^a Simone Miranda da Costa, ao Dr. Vanderlei Campos Silva e ao técnico Luiz Henrique Costa (Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera, Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz); ao Tecnologista João Souza Oliveira e Médica Veterinária Fernanda Moreira Alves (Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica/Fiocruz); à Dr^a Júlia dos Santos Silva (Laboratório de Diptera, Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz); à Dr^a Tânia Cremonni Araújo Jorge (Laboratório de Inovações em Terapia, Ensino e Bioprodutos, Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz); à Dr^a Rosely Magalhaes de Oliveira (Departamento de Endemias Samuel Pessoa, Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca); ao Dr. Leonardo Bastos (Programa de Computação Científica, Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz); à Dr^a Cheryl Gouveia Almada e ao Dr. Daniel Motta-Silva (Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro); ao Dr. Bruno Moreira Carvalho (ISGlobal - Barcelona Institute for Global Health, Barcelona, Espanha); e ao Dr. Rodrigo Espíndola Godoy, à Professora Adriana Zwetsch, aos Professores Filipe Jonas Mattos Soares de Souza e Juliana Bastos da Silva, por toda colaboração e contribuição prestadas à ciência em suas atividades na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Aos técnicos Lourdes Maria Nascimento de Souza e Osvaldo Carvalho da Silva (Laboratório Interdisciplinar de Vigilância Entomológica em Diptera e Hemiptera, Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz) pelo suporte nos trabalhos de campo e laboratório. À coordenação do Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica, Dr. Gilson Antunes da Silva e Dr. Ricardo Moratelli e aos demais integrantes, pelo apoio do desenvolvimento das pesquisas. A Angela Ostritz (Coordenadora de Articulação de Saúde do PDCFMA); agente comunitária de Saúde Érica Santos, aos profissionais de saúde que atuam no Centro Municipal de Saúde

Mata Atlântica; à equipe do projeto “Construção de Metodologias Participativas Inovadoras para Promoção da Saúde da Comunidade no Campus da FIOCRUZ Jacarepaguá”. Aos funcionários do CFMA, William Keller de Rezende Lima, Eliane Bastos Santos e Josimar de Almeida Câmara, pelo suporte nas atividades de campo e pela colaboração nas atividades de educação. A todos os moradores das comunidades do CFMA, em nome da Sr^a Maria Jovelina Ferreira de Freitas e a Sr^a Guil, moradoras do Caminho da Cachoeira, pela compreensão, colaboração e permissão para as atividades de campo. À Dr^a Jacenir Reis dos Santos Mallet e Teresa Cristina Monte Gonçalves pela revisão e contribuições no texto. Ao Instituto Oswaldo Cruz/Fundação Oswaldo Cruz; ao Programa de Desenvolvimento Tecnológico em Saúde Pública/PDTSP-FIOCRUZ; ao Fundo de Amparo à Pesquisa no Rio de Janeiro/FAPERJ; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES, pelo suporte financeiro para execução dos projetos.

REFERÊNCIAS

AFONSO, M. M. S.; GOMES A. C.; MENESES C. R. V.; RANGEL E. F. Studies on the feeding habits of *Lutzomyia (N.) intermedia* (Diptera, Psychodidae), vector of cutaneous leishmaniasis in Brazil. **Cad Saúde Pública**, São Paulo, v. 21, n. 6, p. 1816-20, dez. 2005.

AFONSO, M. M. S.; COSTA, W. A.; DIAS, C. M. G.; SILVA, J. S. S.; SANTANNA A. L. F.; RANGEL, E. F. Ações de Educação em Saúde, como Proposta de Ferramenta de Vigilância e Promoção da Saúde, Desenvolvidas no Estado do Rio de Janeiro, para Leishmaniose Visceral. *In: III Encontro Comemorativo da Semana Nacional de Controle e Combate às Leishmanioses do IOC/Fiocruz*. 2015.

AFONSO, M. M. S.; COSTA, W. A.; DIAS, C. M. G.; RANGEL, E. F. Ações de educação em saúde, como instrumento de vigilância e promoção da saúde, no primeiro foco urbano de leishmaniose visceral americana, no município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *In: 520 Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. Alagoas. 2016.

AFONSO, M. M. S., *et al.* Health education activities as tools for surveillance and health promotion in the first urban focus of visceral leishmaniasis of Rio de Janeiro municipality, RJ, Brazil. *In: XXV Congresso Brasileiro de Parasitologia*. Búzios. 2017.

AZEVEDO, A. C. R.; ANDRADE-COELHO, C. A.; SILVA, C. V.; SENA, C. A. P.; SOUZA, N. A. Abundance and monthly frequency of Phlebotomine sand flies (Diptera: Phlebotominae) in some municipalities in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Entomobrasiliis**, v. 8 n. 3, p. 201-208, set./dez. 2015.

BAVA S. C. Tecnologia social e desenvolvimento local. *In: Fundação Banco do Brasil*. Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro, p. 103-116, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 122 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. 191 p.

CARVALHO, B. M.; DIAS, C. M. G.; RANGEL, E. F. Phlebotomine sand flies (Diptera, Psychodidae) from Rio de Janeiro State, Brazil: Species distribution and potential vectors of leishmaniasis. **Rev Brasil Entomol**, v. 58, p.1 77-87, mar. 2014.

CASANOVA, C.; MAYO, R. C.; MASCARINI, L. M.; PIGNATI, M. G.; GALATI, E. A. B.; GOMES, A. C. Natural *Lutzomyia intermedia* (Lutz & Neiva, 1912) infection in the Valley of Mogi Guaçu river, State of São Paulo, Brazil. **Bo Malar S Amb**, n. 35, p. 77-84, mar. 1995.

CASTRO, G. O. Sobre um processo de cultura de flebotomos. **Nota prévia**. Sociedade de Biologia, Rio de Janeiro, Sessão de 8 de outubro. 1937.

CASTRO, J. M.; BORJA-CABRERA G. P. Educação em Saúde: Uma ferramenta importante ao combate a leishmaniose visceral humana. **Braz J S Clin Res**, v. 17, n.3, p. 06-15, 2017.

COSTA, W.A. **Ações Integradas de Vigilância e Controle de Vetores de Agentes Etiológicos das Leishmanioses**. Experiência com Comunidades de Área Endêmica de Leishmaniose Tegumentar Americana, Campus FIOCRUZ Mata Atlântica, Jacarepaguá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2016. 106 p. Dissertação (Doutorado em Biodiversidade e Saúde) - Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2016.

CRESPO, G. C.; HENRIQUES, L. F.; RANGEL, O.; FRANÇA, R.; CIARAVOLO, R. SILVA, A. C.; ALENCAR, M. H. B. C. Tecnologia social visando à promoção de saúde em uma comunidade rural de São Luís, Ma. **Saúde &Transf Soc**, v. 5, n.1, p. 66-72, out./set. 2014.

DAGNINO, R.; BRANDÃO, F.; NOVAES, H. T. Sobre o marco analítico conceitual da tecnologia social. *In: Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro. 2004.

ECHER, I. C. Elaboração de Manuais de orientação para cuidados em saúde. **Rev. Latino Am Enfermagem**, v. 13 n. 5 p. 754-7, out. 2005.

FERNANDES, R. M. C.; ACCORSSI, A. Pobreza e tecnologia social: o que isto tem a ver? **Lugar Comum**, n. 40, p. 189-200. 2013.

FIOCRUZ. **Diagnóstico Urbanístico do Setor 1 da Colônia Juliano Moreira**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2004a.

FIOCRUZ. **Relatório Ambiental do Setor 1 da Colônia Juliano Moreira**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2004b.

FORATTINI, O. P.; DINO, B. G.; PATTOLI, D. B. G.; RABELLO, E. X.; FERREIRA, O. A. Infecções naturais de mamíferos silvestres em área endêmica de leishmaniose tegumentar do Estado de São Paulo, Brasil. **Rev S Públ**, n. 6, p. 255-261, set. 1972a.

FORATTINI, O. P.; DINO, B. G.; PATTOLI, D. B. G.; RABELLO, E. X.; FERREIRA, O. A. A. Infecção natural de flebotomíneos em foco enzoótico de leishmaniose tegumentar no Estado de São Paulo, Brasil. **Rev S Públ**, n. 6, p. 431-433, set. 1972b.

FORATTINI, O. P.; SANTOS, M. R. Nota sobre infecção natural de *Phlebotomus intermedius* Lutz & Neiva, 1912, por formas em leptomonas, em foco de leishmaniose tegumentar americana. **Arch Hyg S Públ**, n. 17, p. 171-174, 1952.

FORTUNA, T. R. Sala de aula é lugar de brincar? In: XAVIER, M. L. M. E DALLA XAVIER, M. L. M., ZEN, M. I. H. (org.). **Planejamento em destaque**: análises menos convencionais. 2. ed. Porto Alegre: Editora Mediação. Cadernos Educação Básica. n. 6, p. 147-164, 2000.

GALATI, E. A. B. **Phlebotominae (Diptera, Psychodidae)**: Classification, Morphology and Terminology of Adults and Identification of American Taxa. 2nd ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2018. 9-212 p.

GODOY, R. E.; RANGEL, E. F.; ALVES, F. M.; COSTA, W. A. Phlebotomine (Diptera: Psychodidae) fauna in the Fiocruz Atlantic Forest Biological Station, Rio de Janeiro, Brazil. **Faculdade de Ciências e Tecnologia do Maranhão (ReonFacema)**, v. 4 (Esp), p. 911-916, 2018.

GOUVEIA, C. **Leishmaniose tegumentar americana no Caminho da Cachoeira, Colônia Juliano Moreira, Campus FIOCRUZ da Mata Atlântica, Jacarepaguá, Rio de Janeiro**: indicadores entomológicos e educação popular em saúde. 2006. 73 p. Dissertação (Especialista em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2006.

GOUVEIA, C. **Condições particulares de transmissão da Leishmaniose Tegumentar Americana em localidades do Campus FIOCRUZ da Mata Atlântica** (Jacarepaguá, Rio de Janeiro/RJ). 2008. 129 p. Dissertação (Mestre em Ciências na área de Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2008.

GOUVEIA, C., *et al.* Integrated tools for American cutaneous leishmaniasis surveillance and control: intervention in an endemic area in Rio de Janeiro, RJ, Brazil. **Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases**, n. ID568312, 2012.

ISER (Instituto de Estudos da Religião) Fundação Oswaldo Cruz. Convênio 102/2003. Estudo das famílias moradoras no campus de Jacarepaguá: diagnóstico e alternativas de ação. **Relatório preliminar**. Rio de Janeiro. Mimeografado, 2004.

LIMA, N. K. G. de; ARAÚJO, M. M. A.; GOMES, E. G.; OLIVEIRA, C. J.; FÉLIX, N. D. C. Proposta de jogo como tecnologia educacional para a promoção da saúde cardiovascular do adolescente. III **Seminário de tecnologias aplicadas em educação e saúde – STAES**, 2017.

MARCONDES, C. B. A proposal of generic and subgeneric abbreviations for Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) of the world. **Entomol News**, v. 118, n. 4, p. 351-356, set./out. 2007.

MCCULLAGH P.; NELDER J. A. **Generalized Linear Models**. 2nd ed. England: Social Sciences, Mathematical Methods, 1989. 37 p.

MEIRELLES, R. M. S.; PEREIRA-FERREIRA, C.; OLIVEIRA, M. F. A. Jogos sobre educação em saúde: Limites e possibilidades. **X Congresso Internacional sobre investigation em didactica de las ciências**, 2017.

MOHR, A. A saúde na escola: análise de livros didáticos de 1ª a 4ª séries. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 94, p. 50-57, 1995.

- MOREIRA, M. P. C.; ALVIM, M. N. 201. Leishmaniose Tegumentar Americana: o lúdico na conscientização. **Acervo da Iniciação Científica**, n. 2, p. 1-14, 2013.
- PELICIONE, M. C. F.; PELICIONE, A. F. Educação e Promoção da Saúde: Uma retrospectiva histórica. **O Mundo da Saúde São Paulo**. v. 31, n.3, p. 322-328, jul./set. 2007.
- PERES-DIAS, Q. N.; OLIVEIRA, C. D.; SOUZA, M. B.; MEIRA, A. M. Sandfly Species Composition (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the Municipality of Cantagalo, an Area with Sporadic Cases of Human Cutaneous Leishmaniasis in Rio de Janeiro State, Brazil. **Rev Inst Med Trop Sao Paulov**. 58, n. 50, p. 1-4. 2016.
- PITA-PEREIRA, D., *et al.* Identification of naturally infected *Lutzomyia intermedia* and *Lutzomyia migonei* with *Leishmania (Viannia) braziliensis* in Rio de Janeiro (Brazil) revealed by a PCR multiplex non-isotopic hybridisation assay. **Transac R S Trop Med Hyg**, v. 99, n.12, p. 905-13, dez. 2005.
- PUGEDO, H. HP: Um modelo aprimorado de armadilha luminosa de sucção para a captura de pequenos insetos. **Rev Soc Brasil Med Trop**, v. 38, n. 1, p. 70-72, fev. 2005.
- RANGEL, E. F. ; SOUZA, N. A.; WERMELINGER, E. D.; BARBOSA A. F. Infecção natural de *Lutzomyia intermedia* (Lutz & Neiva, 1912) em área endêmica de leishmaniose tegumentar no Estado do Rio de Janeiro. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, n. 79, p. 395-396, jul./set. 1984.
- RANGEL, E. F.; LAINSON, R. Proven and putative vectors of American cutaneous leishmaniasis in Brazil: aspects of their biology and vectorial competence. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 104, 7, p. 937-54, nov. 2009.
- RANGEL E. F.; SHAW, J. **Brazilian Sandflies, Biology, Taxonomy, Medical Importance and Control**. In: RANGEL EF, LAINSON R (eds.). Fiocruz, Rio de Janeiro/Brasil, 2018.
- ROCHA, L. S., *et al.* Survey of natural infection by *Leishmania* in sand fly species collected in southeastern Brazil. **Trans R Soc Trop Med Hyg**, n. 104, p. 461-466, mar. 2010.
- ROSSI, S. Q.; BELO, V. S.; NASCIMENTO, B. W. L.; FERNANDES, P. C.; SILVA, E. S. Um olhar sobre a elaboração de materiais didáticos para educação em saúde. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 10 n.1, p. 161-176, jun. 2012.
- RYAN, L. Flebótomos do Estado do Para, Brasil (Diptera: Psychodidae, Phlebotominae). **Documento Técnico nº 1**. Instituto Evandro Chagas, Fundação S.E.S.P. Ministério da Saúde, jun. 1986.
- SÃO PAULO. Manejo Ambiental para Controle de Leishmaniose Visceral de Leishmaniose Visceral Americana (LVA) Americana (LVA). **Secretaria de Estado da Saúde, Superintendência de Controle de Endemias, SUCEN e Coordenadoria de Controle de Doenças – CCD**. 2012.
- SOUZA, F. J. M. S.; SILVA, V. C.; ANDRADE COELHO, C. A.; AZEVEDO, A. C. R.; BASTOS, L.; SOUZA, N. A. Nocturnal Activity Rhythm of *Nyssomyia intermedia* (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in Campus Fiocruz Mata Atlântica, an American Cutaneous Leishmaniasis Transmission Area, Rio de Janeiro, Brazil. **Rev Soc Brasil Med Trop**, n. 52, p. e20180464, out./ mar. 2019.

SOUZA, N. A., *et al.* Studies on Phlebotominae (Diptera: Psychodidae) in the Campus FIOCRUZ Mata Atlântica, Jacarepaguá, in the City of Rio de Janeiro, Brazil. **Rev Soc Brasil Med Trop**, n. 48, p. 26-32, dez./fev. 2015.

VIEIRA, V. R.; AZEVEDO, A. C.; ALVES, J. R.; GUIMARÃES, A. E.; AGUIAR, G. M. Ecological aspects of Phlebotomine sand flies (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae) in areas of American cutaneous leishmaniasis, in the Municipality of Paraty, Rio de Janeiro, Brazil. I-Index of abundance by location and type of capture. **J Med Entomol**, v. 52, n. 5, p. 886-95, set. 2015.

WHO. **Control of the leishmaniasis**: report of a meeting of the WHO Expert Committee on the Control of Leishmaniasis, Geneva: 2010a. Geneva: WHO Press; (WHO Technical Report Series, nº 949). 2010.

ZOMBINI, E.V.; PELICIONE, M. C. F. Strategies for evaluation of educational material in eye health. **Rev Brasil Cresc e Desenv Hum**, n. 21, p. 51-58. 2011.

GASTRÓPODES CONTINENTAIS DE FLORESTA E PERIDOMICÍLIO

Data de aceite: 13/03/2023

Flavia Cristina dos Santos Rangel

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Silvana Carvalho Thiengo

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Thamires Canuto de Oliveira

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Paulo Sérgio Rodrigues

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Elizangela Feitosa da Silva

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Jucicleide Ramos-de-Souza

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Suzete Rodrigues Gomes

Laboratório de Malacologia, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz,

Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

RESUMO: Neste capítulo são apresentados e ilustrados os gastrópodes límnicos e terrestres da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) e adjacências, no município do Rio de Janeiro, Brasil, coletados em áreas de floresta e peridomicílio nos anos de 2017, 2018 e 2021. Espécies com interesse médico e veterinário também foram analisadas parasitologicamente. Foram encontradas 31 espécies de moluscos distribuídas em 16 famílias. Quinze espécies de moluscos terrestres nativos da Mata Atlântica foram exclusivas das áreas de mata recuperada na EFMA. No peridomicílio foram encontradas espécies terrestres exóticas e sinantrópicas, principalmente. Algumas dessas últimas espécies também foram encontradas nas margens da mata na Trilha da Cachoeira (trilha principal da EFMA). Foram recuperadas larvas de *Angiostrongylus cantonensis*, *Cruzia tentaculata* e outros nematódeos ainda não identificados a partir de exemplares da espécie *Achatina fulica*, coletados no peridomicílio. Em relação aos moluscos de água doce, foram encontradas cinco

espécies, com destaque para *Biomphalaria tenagophila*, hospedeiro intermediário do trematódeo *Schistosoma mansoni*, agente etiológico da esquistossomose mansoni, além do caramujo afro-asiático *Melanooides tuberculata*, encontrado não somente em área urbana, mas também em um trecho de cachoeira dentro da área de mata recuperada. Foram encontradas cercárias do grupo Ubiquita, pertencente ao tipo cercariano *Xiphidiocercaria* e *B. tenagophila* e de *Pleurolophocercous* cercária em *M. tuberculata*. Considerando a grande diversidade de moluscos nativos encontrada em uma pequena área da EFMA amostrada, assim como a presença de espécies exóticas no local, coletas contínuas de moluscos terrestres vêm sendo realizadas, visando à ampliação da área investigada, de forma a contribuir para o conhecimento da malacofauna da EFMA e do Parque Estadual da Pedra Branca PEPB e para o entendimento do papel dos moluscos continentais como hospedeiros de nematódeos com interesse para a saúde pública e veterinária.

PALAVRAS-CHAVE: Moluscos; biodiversidade; divulgação; conservação.

INTRODUÇÃO

Os gastrópodes surgiram no ambiente marinho, com diversas linhagens que, independentemente, invadiram ecossistemas de água doce, salobra e terrestres. São encontrados em praticamente todos os ecossistemas da Terra, sendo certamente um dos colonizadores de maior sucesso no reino animal. Variadas espécies terrestres mostram distribuições extremamente restritas (endêmicas), sendo, conseqüentemente, muitas vezes ameaçadas (HASZPRUNAR, 2020).

Entre os moluscos continentais, muitos causam prejuízos econômicos importantes por atacarem culturas agrícolas em todo o mundo, como diferentes tipos de hortaliças, feijão, soja, uvas, banana, arroz, entre outras (BARKER, 2002; OHLWEILER *et al.*, 2010; LANDAL *et al.*, 2019; RAMOS *et al.*, 2021). Ao mesmo tempo, estão associados à transmissão de diversas doenças parasitárias, atuando como hospedeiros de helmintos de importância para a saúde pública e para a medicina veterinária (GRAEFF-TEIXEIRA *et al.*, 1993; ANDRADE-PORTO *et al.*, 2012; THIENGO; FERNANDEZ, 2013; MORASSUTTI *et al.*, 2014; BARBOSA *et al.*, 2020; RAMOS-DE-SOUZA *et al.*, 2021). Diversas espécies de gastrópodes terrestres já foram encontradas parasitadas naturalmente por nematódeos que causam zoonoses. No Brasil destacam-se *Angiostrongylus costaricensis* (Morera & Céspedes, 1971), que causa a angiostrongilíases abdominal, e *A. cantonensis* (Chen, 1935), que causa a cerebral (VALENTE *et al.*, 2020). Outros também têm importância veterinária, atuando como hospedeiros intermediários dos nematódeos *Aelurostrongylus abstrusus* (RAILLIET, 1898) e *Angiostrongylus vasorum* (BAILLET, 1866), os quais são parasitos de gatos e cães, respectivamente, entre outros (THIENGO *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2010; RAMOS-DE-SOUZA *et al.*, 2021). O caracol invasor *A. fulica* vem se destacando como hospedeiro intermediário de *A. cantonensis* assim como de *A. abstrusus* (THIENGO *et al.*, 2007, 2008, 2010b; ZANOL *et al.*, 2010; BARBOSA *et al.*, 2020).

Em relação aos moluscos de água doce, algumas espécies também estão associadas à transmissão de doenças parasitárias, com destaque para a esquistossomose mansoni, causada pelo trematódeo *Schistosoma mansoni* Sambon, 1907 que, no Brasil, tem como hospedeiros intermediários naturais três espécies de planorbídeos (CARVALHO *et al.*, 2014): *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818), *Biomphalaria tenagophila* (D'ORBIGNY, 1835) e *Biomphalaria straminea* (DUNKER, 1848).

Espécies invasoras têm se destacado pela importância econômica e para a saúde pública em diferentes continentes. No Brasil, um bom exemplo de molusco terrestre invasor é *Achatina (Lissachatina) fulica* Bowdich, 1822, popularmente conhecido como caracol gigante africano, o qual é hoje encontrado em todos os estados brasileiros (THIENGO; FERNANDEZ, 2013; ARRUDA *et al.*, 2022). Essa espécie, introduzida por criadores brasileiros com o intuito de substituir a espécie até então utilizada como escargot, *Cornu aspersum* (MÜLLER, 1774), vem sendo frequentemente encontrada em áreas urbanas e, inclusive, em ambientes preservados, causando alterações na fauna local, principalmente por competir com as espécies nativas (ZANOL *et al.*, 2010). Sob o ponto de vista da saúde pública, *A. fulica* está também associada à dispersão da meningite eosinofílica, zoonose considerada emergente no Brasil (MORASSUTTI *et al.*, 2014). O impacto de espécies invasoras sobre as espécies nativas nas comunidades e ecossistemas tem sido amplamente discutido e sua influência, considerada negativa para a biodiversidade (SAKAI *et al.*, 2001; DARRIGRAN *et al.*, 2020).

Apesar da relevância, os moluscos continentais ainda são pouco conhecidos, com enormes lacunas sobre o conhecimento da maioria das famílias, havendo apenas cerca de 1.000 espécies conhecidas para o Brasil (SIMONE, 2006). Esse fato seguramente deve-se à vasta extensão territorial do país e ao reduzido número de especialistas, somados aos poucos investimentos nesta área do conhecimento até o presente.

Destacamos ainda que Lydeard *et al.* (2004) apontaram a urgente necessidade de identificação das áreas de endemismos de moluscos terrestres, uma vez que essas espécies estão sofrendo rápido declínio populacional ou extinção, resultante da degradação ou perda de habitat, devido ao impacto de espécies invasoras e outras interferências antrópicas. Nas áreas de Mata Atlântica do Brasil, foco do presente trabalho, há poucos estudos sobre moluscos continentais, sendo o maior número deles realizados em áreas urbanas ou de cultivos, principalmente no Sul e Sudeste (THIENGO *et al.*, 2001, 2002a; ALEXANDRE *et al.*, 2017; MIYAHIRA *et al.*, 2017; XIMENES *et al.*, 2022).

Neste trabalho apresentamos uma lista ilustrada dos gastrópodes límnicos e terrestres da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), localizada no Campus Fiocruz Mata Atlântica (CFMA), bairro de Jacarepaguá, município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro e também apresentados resultados de análises parasitológicas realizadas em *A. fulica* e nas espécies aquáticas. Os resultados apresentados estão baseados nos resultados de Rangel *et al.* (2021) e de coletas subsequentes realizadas em

2021 em diferentes habitats. Estes resultados também integram a dissertação de Mestrado da primeira autora, a qual se encontra em desenvolvimento e visa a contribuir tanto para o conhecimento, quanto para a divulgação da diversidade de espécies de moluscos continentais da EFMA e da Floresta da Pedra Branca, condições essenciais para subsidiar ações voltadas à conservação desse importante grupo zoológico.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), localizada em Curicica, Jacarepaguá (zona oeste da cidade do Rio de Janeiro), na antiga Colônia Juliano Moreira e faz parte do Campus Fiocruz Mata Atlântica (PDCFMA, 2012). A Mata Atlântica é considerada um dos 25 *hotspots* de biodiversidade mundial, encontrando-se fragmentado e reduzido a menos de 8% de sua extensão original (CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL, 2009). Suas áreas remanescentes abrigam uma mata semi-preservada que agrega a fauna mais ameaçada do Brasil (MMA, 2000).

Coleta, fixação e identificação dos gastrópodes

Amostras de moluscos foram obtidas em 38 pontos de coleta distribuídos em duas áreas distintas da EFMA: área peridomiciliar e área de mata (Fig 1). Dezesesseis pontos estão localizados nas áreas de Mata Atlântica próximas à trilha principal da EFMA, que segue até a cachoeira, enquanto os outros vinte e dois pontos encontram-se em áreas peridomiciliares nas seguintes comunidades adjacentes à EFMA: Caminho da Cachoeira, Sampaio Corrêa, Viana do Castelo, Fincão, Nossa Senhora dos Remédios, além da sede do Campus Fiocruz Mata Atlântica. Um mapa foi construído a partir das coordenadas geográficas de cada ponto de coleta, utilizando o programa de georreferenciamento QGIS (2.0; QGIS Development Team 2017). Utilizamos para confecção, um arquivo vetorial (Shapefiles), criado e cedido pela equipe da Fiocruz Mata Atlântica (Fig. 1). A amostragem foi realizada em novembro e dezembro de 2017 e em janeiro e março de 2018 (primavera e verão). Além dessas amostras, foram utilizados neste estudo os dados de moluscos terrestres procedentes da localidade Pau-da-Fome, Jacarepaguá, doados à Coleção de Moluscos do Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz (CMIOC). Em 2021, as coletas aconteceram em área peridomiciliar na comunidade do Fincão, nos meses de janeiro, junho e agosto.

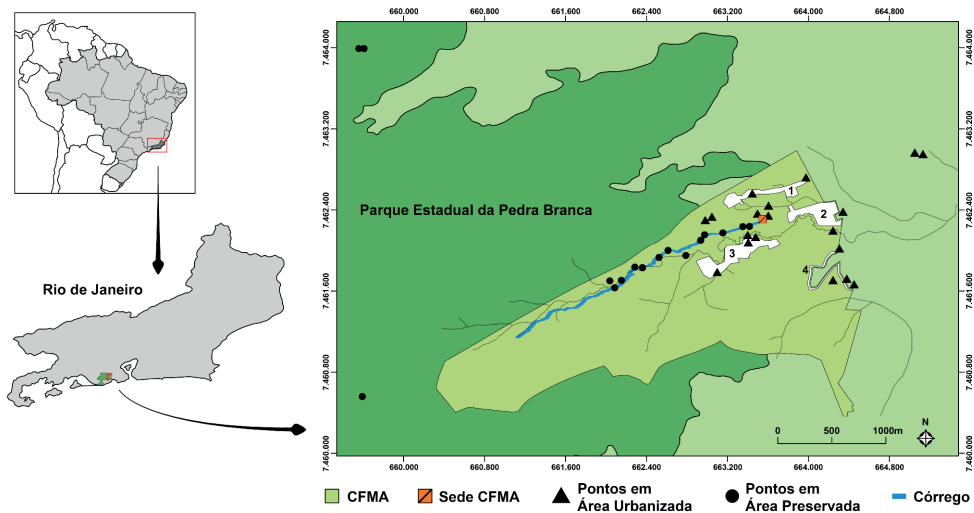


Figura 1. Mapa com os pontos de coleta na EFMA. Comunidades: Caminho da cachoeira (1); Sampaio Corrêa e Viana do Castelo (2); Fincão (3); Faixa Azul e Nossa Senhora dos Remédios (4). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Conchas e animais vivos foram amostrados usando o método de busca ativa, com todos os espécimes sendo retirados manualmente do ambiente e fotografados posteriormente no laboratório. Moluscos terrestres foram coletados em folhas, galhos, troncos de árvores e arbustos, assim como no folhiço e em troncos caídos (PEARCE; ÖRSTAN, 2006). Moluscos límnicos foram coletados manualmente com pinça ou através de conchas de captura de moluscos, com malha fina (FERNANDEZ *et al.*, 2008). Após a identificação, os espécimes amostrados foram depositados na Coleção de Moluscos do Instituto Oswaldo Cruz (CMIOC; números de catálogo: CMIOC 11106–11206; CMIOC 11649–11650), com exceção dos espécimes coletados em 2021.

Os espécimes límnicos foram fixados de acordo com Fernandez *et al.* (2008), exceto *Melanoides tuberculata* (MÜLLER, 1774) e *Pomacea sordida* (SWAINSON, 1823), fixados de acordo com Fukuda *et al.* (2008). A identificação morfológica das espécies límnicas, seguiu Simone (2006), MS (2008), Ohlweiler *et al.* (2010) e Thiengo *et al.* (2011). Os espécimes terrestres foram fixados de acordo com Thomé (1975). Nomes e autorias das famílias assim como as classificações acima deste nível taxonômico, estão de acordo com Bouchet *et al.* (2017), com exceção de Subulinidae e Achatinidae, as quais foram mantidas como famílias independentes. Diferentes catálogos de espécimes-tipos e trabalhos de especialistas foram usados para a identificação das espécies (THIENGO, 1989; COWIE; THIENGO, 2003; SIMONE, 2006; BREURE; ABLETT, 2011; BREURE; ABLETT, 2012; THIENGO; FERNANDEZ, 2013; BREURE; ABLETT, 2014; BREURE; ABLETT, 2015; BREURE; ARAÚJO, 2017).

Exame parasitológico

Exposição à luz e ao escuro de espécies límnicas

Os indivíduos foram separados individualmente em frascos de vidro com 4 ml de água desclorada e levados à luz de lâmpadas incandescentes por 4 horas. Posteriormente os frascos foram levados à lupa, para pesquisa de cercárias. Após o diagnóstico positivo, as cercárias foram colocadas entre lâmina e lamínula e levadas ao microscópio óptico para identificação do grupo cercariano. A pesquisa de cercárias também foi realizada mediante a observação da eliminação noturna das formas larvais, pois existem trematódeos com ciclos biológicos que envolvem roedores e outros animais de hábitos noturnos (FERNANDEZ *et al.*, 2008).

Digestão artificial de exemplares de *Achatina (L.) fulica* Bowdich, 1822:

A análise parasitológica seguiu a técnica de Digestão artificial (GRAEFF-TEIXEIRA; MORERA, 1995) e foi realizada em 162 exemplares de *A. fulica* encontrados em área peridomiciliar adjacente à EFMA, na comunidade do Fincão, onde moradores relataram infestações de *A. fulica*. Essa técnica é utilizada na rotina do Laboratório de Referência Nacional em Esquistossomose-Malacologia - LRNEM, visando recuperar larvas de nematódeos de importância médica e veterinária. As larvas encontradas até o momento foram identificadas de acordo com caracteres morfológicos e agrupadas em grupos de morfotipos larvais, considerando o nível taxonômico de superfamília, família e gênero, além de espécie, quando possível, de acordo com Thiengo *et al.* (2008, 2010a) e Ramos-de-Souza *et al.* (2021).

RESULTADOS

No total, foram obtidas 747 amostras de moluscos (conchas e espécimes vivos), a partir das quais foram identificadas 31 espécies, sendo 26 terrestres (12 famílias) e cinco límnicas (quatro famílias), as quais são apresentadas abaixo.

Espécies terrestres

Mollusca

Gastropoda

Neritimorpha

Cycloneritida

Família Helicinidae Férussac, 1822

Helicina angulata (SOWERBY, 1842) (Fig. 2)

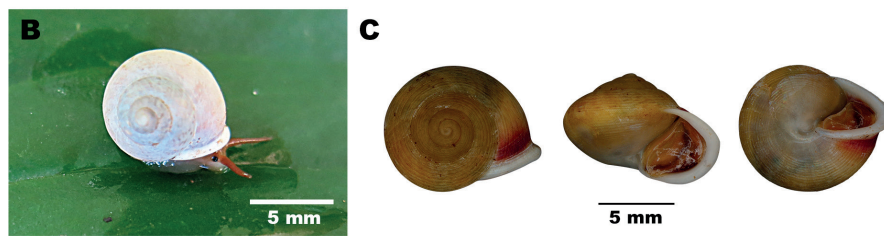


Figura 2. Espécime vivo de *Helicina angulata* (B, CMIOC 11106); Concha de *Helicina angulata* (C, 11106). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada.

Lotes examinados: CMIOC 11106: Trilha da Cachoeira, em área de mata recuperada (22°56'26.5" S 43°24'21.4" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11110: Trilha da Cachoeira em área de mata recuperada (22°56'29.3" S 43°24'35.1" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C., Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11168: Trilha da Cachoeira em área de mata recuperada (22°56'26.5" S 43°24'20.9" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11175: Trilha da Cachoeira em área de mata recuperada (22°56'23.6" S 43°24'14.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil, com registros para os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia (SIMONE, 2006).

Caenogastropoda

Architaenioglossa

Família Neocyclotidae Kobelt & Möllendorff, 1897

Neocyclotus prominulus (D'ORBIGNY, 1835) (Fig. 3)



Figura 3. Espécime vivo de *Neocyclotus prominulus* (D; CMIOC 11160); E. Concha de *Neocyclotus prominulus* (CMIOC 11160). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada.

Lotes examinados: CMIOC 11115: Trilha da Cachoeira, em área de mata recuperada (22°56'36.4" S 43°24'49.5" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11155: Trilha da Cachoeira, em área de mata recuperada (22°56'44.0" S 43°25'01.7" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11172: Trilha da Cachoeira, em área de mata recuperada (22°56'23.6" S 43°24'14.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11179: Trilha da Cachoeira, em área de mata recuperada (22°56'24.6" S 43°24'34.2" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11184: Trilha da Cachoeira, em área de mata recuperada (22°56'24.0" S 43°24'33.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil. No Rio de Janeiro foi registrada na Ilha Grande por Santos e Monteiro (2001). Também há outros registros para os estados do Paraná, São Paulo e Minas Gerais (SIMONE, 2006).

Heterobranchia

Systemolmatophora

Família Veronicellidae Gray, 1840

Phyllocaulis boraceiensis (THOMÉ, 1972) (Fig. 4)



Figura 4. Espécimes vivos de *Phyllocaulis boraceiensis* (A, CMIOC 11203). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta no PEPB: Área de mata recuperada.

Lote examinado: CMIOC 11203: Trilha do Núcleo Pau-da-fome – PEPB (22°55'28.8" S 43°26'25.8" W), 11 de março de 2018, Pires, NA Col.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil, com registros para as regiões Sul e Sudeste: Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (THOMÉ, 1972; THOMÉ *et al.*, 2006; SIMONE, 2006).

Latipes erinaceus (COLOSI, 1921) (Fig. 5)



Figura 5. *Latipes erinaceus* (B, CMIOC 11145). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lote examinado: CMIOC 11145: Comunidade do Fincão (22°56'18.6" S 43°24'12.0" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.

Distribuição no Brasil: Originalmente descrita para a Argentina (COLOSI, 1921), com registros no Brasil para Minas Gerais, nos municípios de Juiz de Fora e Leopoldina

(OLIVEIRA, 2016); Sergipe, na região metropolitana de Aracaju (RAMOS-DE-SOUZA *et al.*, 2017); e para o Rio de Janeiro, no município de Paraty (RAMOS-DE-SOUZA *et al.*, 2021). Possivelmente nativa no Brasil, embora estudos que comprovem esta informação não tenham sido realizados até o momento.

Eupulmonata
Stylommatophora
Família Achatinidae Swainson, 1840
Achatina (Lissachatina) fulica (BOWDICH, 1822) (Fig. 6)

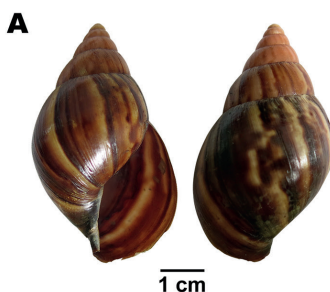


Figura 6. Concha de *Achatina fulica* (A, CMIOC 11205). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lotes examinados: CMIOC 11190: Nossa Senhora dos Remédios (22°56'20.4" S 43°23'30.6" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11199: Fincão (22°56'26.4" S 43°23'31.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11205: Caminho da Cachoeira (22°56'09.6" S 43°24'11.4" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.

Distribuição no Brasil: Ocorre atualmente em todo território brasileiro, com registro recente para o Rio Grande do Sul (THIENGO *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2012, 2013; THIENGO; FERNANDEZ, 2013; LIMA; GUILHERME, 2018; ARRUDA *et al.*, 2022).

Análise parasitológica: 113 exemplares apresentaram infecção por algum tipo larval de nematódeo. Foram recuperadas larvas de *Angiostrongylus cantonensis* (CHEN, 1935), *Cruzia tentaculata* (RUDOLPHI, 1819) e outros nematódeos ainda não identificados.

Família Agriolimacidae (WAGNER, 1935)

Deroceras laeve (MÜLLER, 1774) (Fig. 7)



Figura 7. *Deroceras laeve* (C, CMIOC 11200). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lotes examinados: CMIOC 11124: Estrada do Fincão (22°56'23.1" S 43°24'16.5" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11144: Fincão – horta da dona Fátima (22°56'18.6" S 43°24'12.0" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11200: Nossa Senhora dos Remédios (22°56'26.4" S 43°23'31.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie de lesma exótica descrita originalmente na Europa e introduzida em várias partes do mundo, inclusive no Brasil: no Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo e Rio de Janeiro (GRAEFF-TEIXEIRA *et al.*, 1993; BARKER, 1999; MAURER *et al.*, 2002; BRUSCHI-FIGUEIRÓ; VEITENHEIMER-MENDES, 2002; THOMÉ *et al.*, 2006; OHLWEILER *et al.*, 2010; ALEXANDRE *et al.*, 2017).

Família Bulimulidae (TRYON, 1897)

Bulimulus tenuissimus (FÉRUSAC, 1832) (Figs. 8)

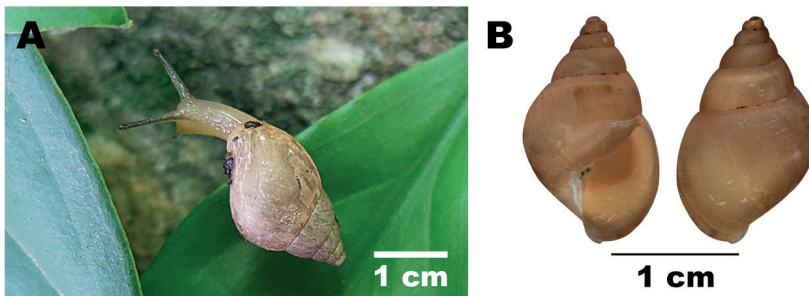


Figura 8. Espécime vivo de *Bulimulus tenuissimus* (A, CMIOC 11130); Concha de *Bulimulus tenuissimus* (B, CMIOC 11123). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar e área de mata recuperada.

Lotes examinados: CMIOC 11112: Trilha da Cachoeira (22°56'29.3" S 43°24'35.1" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11114: Trilha da Cachoeira (22°56'36.4" S 43°24'49.5" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11123: Fincão (22°56'23.1" S 43°24'16.5" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11143: Caminho da Cachoeira (22°56'18.6" S 43°24'12.0" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos, J.; Gomes, S.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil, com ampla distribuição no país, possuindo registros para o Rio Grande do Norte, Maranhão, Pará (BAKER, 1913), Bahia, Pernambuco, Mato Grosso (MORRETES, 1949; DUTRA, 1988), Espírito Santo, São Paulo (SIMONE, 2006) e Sergipe, tendo sido descrita originalmente para o Rio de Janeiro (BREURE; ARAÚJO, 2017; RAMOS-DE-SOUZA *et al.*, 2017, 2018).

Drymaeus papyraceus (MAWE, 1823) (Fig. 9)

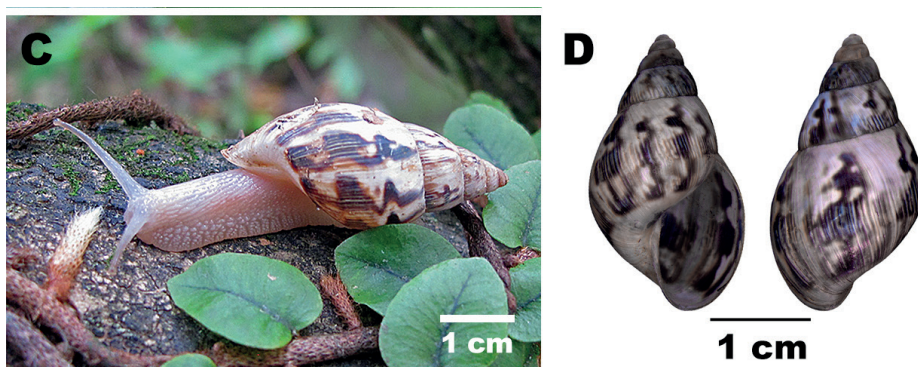


Figura 9. Espécime vivo de *Drymaeus papyraceus* (C, CMIOC 10005); Concha de *Drymaeus papyraceus* (D, CMIOC 11148). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lotes examinados: CMIOC 10005: Sede do CFMA (22°56'23.2" S 43°24'12.9" W), 21 de maio de 2015, Thiengo, S. C.; Gomes, S. R.; Fernandez, M. A.; Leal, R. Cols.; CMIOC 11148: Fincão (22°56'24.6" S 43°24'18.6" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie considerada nativa do Brasil, registrada nos estados do Rio de Janeiro, Bahia, Rio Grande do Sul, Paraná e Pernambuco (MORRETES, 1949; DUTRA-CLARKE; SOUZA, 1990; SIMONE, 2006; SALVADOR *et al.*, 2018).

Lopesianus crenulatus (WEYRAUCH, 1958) (Fig. 10)

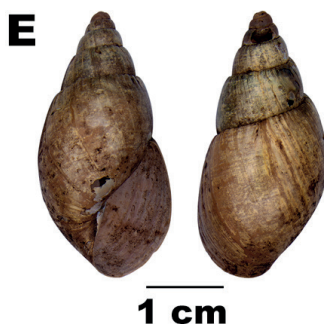


Figura 10. Concha de *Lopesianus crenulatus* (E, CMIOC 11159). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada.

Lote examinado: CMIOC 11159: Trilha da cachoeira (22°56'44.0" S 43°25'01.7" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.

Distribuição no Brasil: Até o momento com registro apenas para o estado do Rio de Janeiro, onde é considerada nativa (SANTOS *et al.*, 2009).

Família Simpulosidae (SCHILEYKO, 1999)

Leiostracus perlucidus (SPIX, 1827) (Fig. 11)

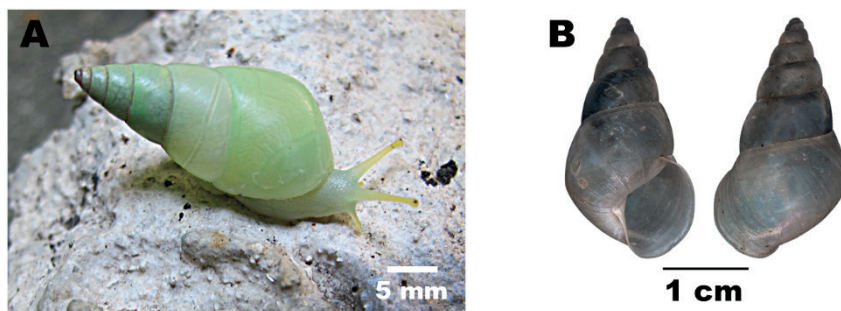


Figura 11. Espécime vivo de *Leiostracus perlucidus* (A, CMIOC 11122); Concha de *Leiostracus perlucidus* (B, CMIOC 11154). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada.

Lotes examinados: CMIOC 11111: Trilha da cachoeira (22°56'29.3" S 43°24'35.1" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C.S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11117: Trilha da cachoeira (22°56'39.8" S 43°24'55.1" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC

11121: Trilha da cachoeira (22°56'34.3" S 43°24'46.4" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11122: Trilha da cachoeira (22°56'30.4" S 43°24'35.7" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11154: Trilha da cachoeira (22°56'44.0" S 43°25'01.7" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11174: Trilha da cachoeira (22°56'23.6" S 43°24'14.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11180: Trilha da cachoeira (22°56'24.6" S 43°24'34.2" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11185: (22°56'24.0" S 43°24'33.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil, com registros para os estados do Rio de Janeiro (BREURE; ARAÚJO, 2017) e Espírito Santo (SANTOS *et al.*, 2009).

Rhinus ciliatus (GOULD, 1846) (Fig. 12)

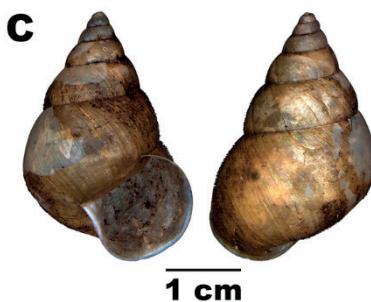


Figura 12. Concha de *Rhinus ciliatus* (C, CMIOC 11163). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada.

Lotes examinados: CMIOC 11118: Trilha da cachoeira (22°56'39.8" S 43°24'55.1" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11163: Trilha da cachoeira (22°56'46.2" S 43°25'03.9" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11166: Trilha da cachoeira (22°56'39.7" S 43°24'57.2" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11167: Trilha da cachoeira (22°56'24.6" S 43°24'34.2" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil, registrada para o estado do Rio de Janeiro (PILSBRY, 1897 – 1898; MORRETES, 1949; DUTRA-CLARKE; SOUZA, 1990; SIMONE, 2006).

Simpulopsis sulculosa (FÉRUSSAC, 1821) (Fig. 13)

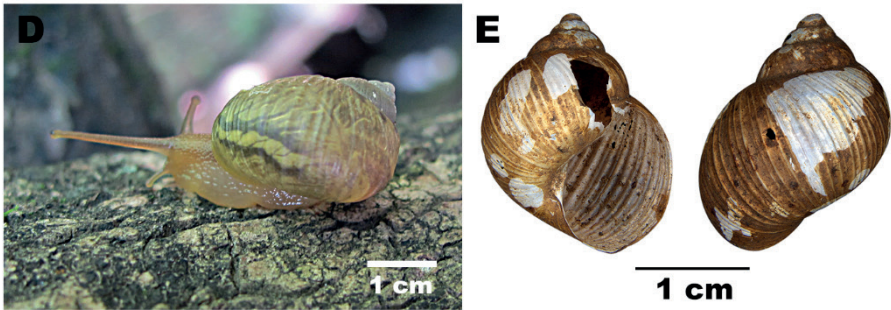


Figura 13. Espécime vivo de *Simpulopsis sulculosa* (D, CMIOC 11173); Concha de *Simpulopsis sulculosa* (E, CMIOC 11173). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada.

Lotes examinados: CMIOC 11173: Trilha da cachoeira (22°56'23.6" S 43°24'14.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11176: Trilha da cachoeira (22°56'28.7" S 43°24'28.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11177: Trilha da cachoeira (22°56'36.4" S 43°24'49.5" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil com ampla distribuição. Ocorre de Alagoas ao Rio Grande do Sul, incluindo o estado do Rio de Janeiro (BREURE; ARAÚJO, 2017; SALVADOR *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2019).

Família Megaspiridae (PILSBRY, 1904)

Thaumastus taunaisii (FÉRUSSAC, 1821) (Figs. 14)

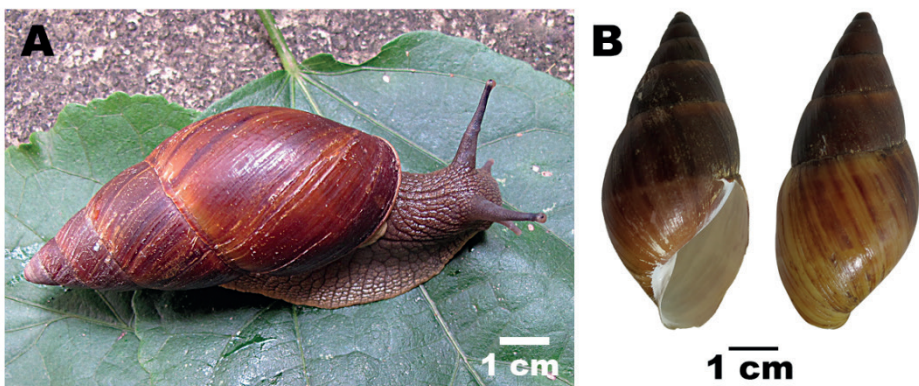


Figura 14. Espécime vivo de *Thaumastus taunaisii* (A, CMIOC 11135); Concha de *Thaumastus taunaisii* (B, CMIOC 11135); Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta no PEPB: Área de mata recuperada.

Lote examinado: CMIOC 11135: Trilha do Núcleo Pau-da-fome (22°55'28.8" S 43°26'27.0" W), 6 de dezembro de 2017, Pires, NA Col.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil, com registros para os estados de Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (SALGADO *et al.*, 1995; SIMONE, 2006; RAMOS-DE-SOUZA *et al.*, 2021).

Megaspira elatior (SPIX, 1827) (Fig. 15)

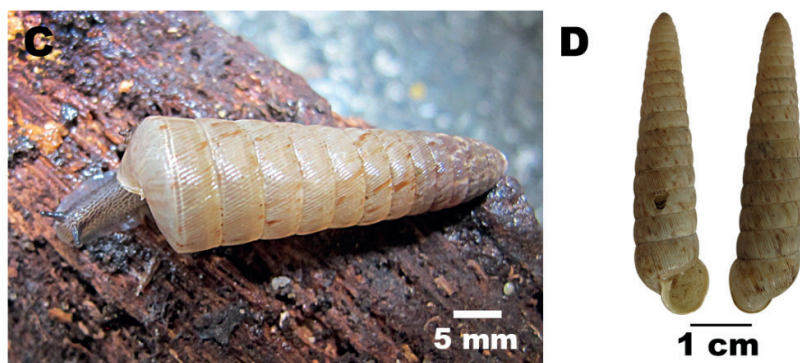


Figura 15. Espécime vivo de *Megaspira elatior* (C, CMIOC 11161); Concha de *Megaspira elatior* (D, CMIOC 11161). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Local de coleta na EFMA: Área de mata recuperada.

Lotes examinados: CMIOC 11157: Trilha da cachoeira (22°56'44.0" S 43°25'01.7" W), 14 de dezembro de 2014, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S.; Marchi, C.; Cabello, K Cols.; CMIOC 11161: Trilha da cachoeira (22°56'46.2" S 43°25'03.9" W), 14 de dezembro de 2014, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S.; Marchi, C.; Cabello, K Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil, registrada previamente para o estado do Rio de Janeiro (SIMONE, 2006; SANTOS *et al.*, 2009).

Família Streptaxidae (GRAY, 1860)

Streptaxis crossei (PFEIFFER, 1867) (Fig. 16)



Figura 16. Concha de *Streptaxis crossei* (A, CMIOC 11182). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada.

Lotes examinados: **CMIOC 11156:** Trilha da Cachoeira (22°56'44.0" S 43°25'01.7" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K Cols.; **CMIOC 11182:** Trilha da Cachoeira (22°56'24.0" S 43°24'33.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil, registrada para o município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro (BREURE; ARAÚJO, 2017).

Rectartemon sp. (Fig. 17)

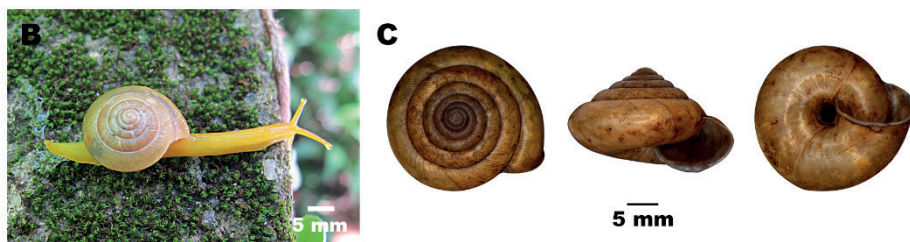


Figura 17. Espécime vivo de *Rectartemon* sp. (B, CMIOC 11178); Concha de *Rectartemon* sp. (C, CMIOC 11649). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada.

Lote examinado: **CMIOC 11178:** Trilha da cachoeira (22°56'24.6" S 43°24'34.2" W), 24 de janeiro de 2018 Gomes, S. R. Col.; **CMIOC 11649:** Trilha da cachoeira (22°56'24.0" S 43°24'33.0" W), 24 de janeiro de 2018; Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Observação: Indivíduos jovens, em processo de identificação.

Família Scolodontidae (BAKER, 1925)

Tamayoa banghaasi (THIELE, 1927) (Fig. 18)

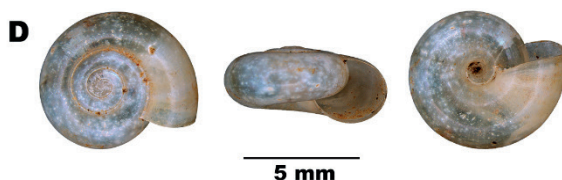


Figura 18. Concha de *Tamayoa banghaasi* (D, CMIOC 11131). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada e área peridomiciliar.

Lotes examinados: **CMIOC 11108:** Trilha da cachoeira (22°56'26.5" S 43°24'21.4" W),

23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11131: Caminho da cachoeira (22°56'11.3" S 43°24'01.6" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11170: Trilha da cachoeira (22°56'26.5" S 43°24'20.9" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie considerada nativa do Brasil, onde possui ampla distribuição, apresentando registros nos estados do Pernambuco, Espírito Santo (THIELE, 1927), Rio de Janeiro (MONTEIRO; SANTOS, 2001; SANTOS; MONTEIRO, 2001; SIMONE, 2006), Paraíba (SIMONE, 2006), Sergipe (RAMOS- DE-SOUZA *et al.*, 2017) e Ceará (OLIVEIRA, 2017).

Happia vitrina (WAGNER, 1827) (Fig. 19)

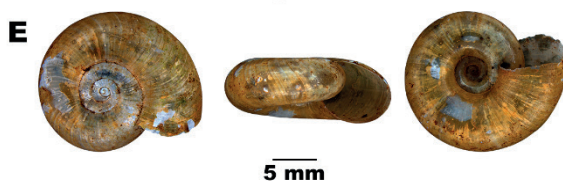


Figura 19. Concha de *Happia vitrina* (E, CMIOC 11650). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA e no PEPB: Área de mata recuperada na EFMA e área de mata preservada no PEPB.

Lotes examinados: CMIOC 11162: Trilha da cachoeira (22°56'46.2" S 43°25'03.9" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11204: Trilha do Núcleo Pau-da-fome – PEPB (22°55'28.8" S 43°26'25.8" W); 11 de março de 2018; Pires, NA Col.; CMIOC 11650: Trilha da cachoeira (22°56'24.0" S 43°24'33.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: espécie considerada nativa do Brasil. Segundo Salvador *et al.* (2018) a espécie ocorre do estado de Alagoas ao estado de Santa Catarina.

Família Strophocheilidae (PILSBRY, 1902)

Anthinus multicolor (RANG, 1831) (Fig. 20)

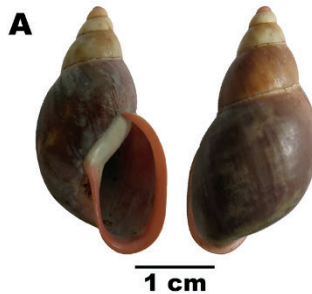


Figura 20. Concha de *Anthinus multicolor* (A, CMIOC 11164). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada

Lotes examinados: CMIOC 11164: Trilha da cachoeira (22°56'46.2" S 43°25'03.9" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11183: Trilha da cachoeira (22°56'24.0" S 43°24'33.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: espécie nativa do Brasil, registrada para o município do Rio de Janeiro (HIDALGO, 1870; BREURE; ARAÚJO, 2017).

Gonyostomus goniostomus (FÉRUSSAC, 1821) (Fig. 21)

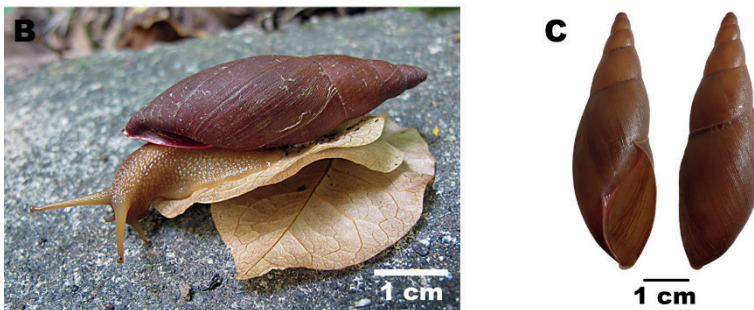


Figura 21. Espécime vivo de *Gonyostomus goniostomus* (B, CMIOC 11120); Concha de *Gonyostomus goniostomus* (C, CMIOC 11120). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área de mata recuperada

Lote examinado: CMIOC 11120: Trilha da cachoeira (22°56'39.7" S 43°24'57.2" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie é endêmica do Rio de Janeiro, não havendo ocorrência

registrada em outros estados, sendo considerada criticamente ameaçada (SANTOS *et al.*, 2009).

Megalobulimus ovatus (MÜLLER, 1774) (Fig. 22)

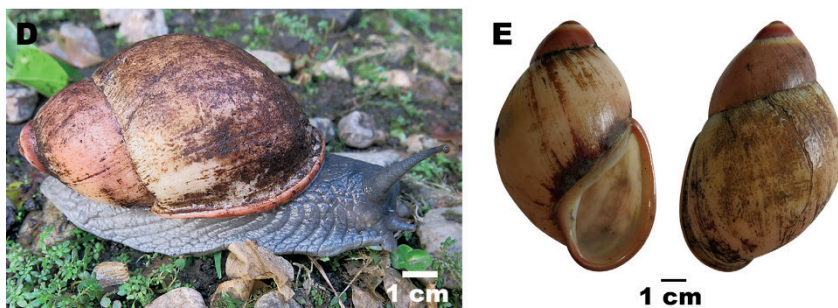


Figura 22. Espécime vivo de *Megalobulimus ovatus* (D, CMIOC 11136); Concha de *Megalobulimus ovatus* (E, CMIOC 11136). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta no PEPB: Área de mata recuperada.

Lote examinado: CMIOC 11136: Trilha do Núcleo Pau-da-fome – PEPB (22°55'28.8" S 43°26'27.0" W), 6 de dezembro de 2017, Pires, NA Col.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil ocorrendo do litoral do Rio de Janeiro até Santa Catarina (SIMONE, 2006; SANTOS *et al.*, 2009).

Família Subulinidae (THIELE, 1931)

Allopeas micra (D'ORBIGNY, 1835) (Fig. 23)

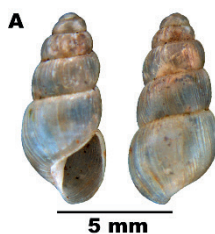


Figura 23. Concha de *Allopeas micra* (A, CMIOC 11126). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lotes examinados: CMIOC 11126: Caminho da cachoeira (22°56'23.1" S 43°24'16.5" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11132: Caminho da cachoeira (22°56'11.3" S 43°24'01.6" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11141: Fincão (22°56'18.6" S 43°24'12.0" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel,

F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K Cols.

Distribuição no Brasil: Assim como outros subulinídeos, é encontrada em áreas antropizadas e urbanizadas na cidade do Rio de Janeiro (LOPES *et al.*, 2012). De acordo com Cowie *et al.* (2017), esta espécie tem distribuição natural no Caribe, América Central e América do Norte.

Allopeas gracile (HUTTON, 1834) (Fig. 24)



Figura 24. Concha de *Allopeas gracile* (B, CMIOC 11127). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lote examinado: CMIOC 11127: Caminho da cachoeira (22°56'23.1" S 43°24'16.5" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: espécie exótica introduzida em várias partes do mundo e registrada para vários estados do Brasil (CAPINERA, 2017).

Beckianum beckianum (PFEIFFER, 1846) (Fig. 25)

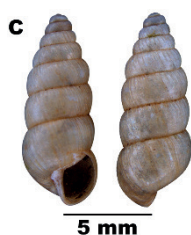


Figura 25. Concha de *Beckianum beckianum* (C, CMIOC 11133). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar e área de mata recuperada.

Lotes examinados: CMIOC 11107: Trilha da cachoeira (22°56'26.5" S 43°24'21.4" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11128: Fincão (22°56'23.1" S 43°24'16.5" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, FCS, Thiengo, SC, Ramos-de-Souza, J, Mello, JC Cols.; CMIOC 11133: Caminho da cachoeira (22°56'11.3" S 43°24'01.6" W), 23 de novembro de 2017, Rangel,

F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11153: Caminho da cachoeira (22°56'09.6" S 43°24'11.4" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11158: Trilha da cachoeira (22°56'44.0" S 43°25'01.7" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11171: Trilha da cachoeira (22°56'26.5" S 43°24'20.9" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11194: Terreno do CFMA, próximo a sede (22°56'20.0" S 43°24'14.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11201: Nossa Senhora dos remédios (22°56'26.4" S 43°23'31.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: A espécie é comum nos estados do Pará, Rondônia, Rio de Janeiro, São Paulo (SIMONE, 2006); Piauí (SIMONE; CASATI, 2013); Fernando de Noronha, Rio Grande do Norte e Bahia (SALVADOR; SIMONE, 2015) e Ceará (OLIVEIRA, 2017). Sua origem é incerta, com registros para a região Neotropical. No Brasil, tem sido encontrada em áreas antropizadas.

Leptinaria unilamellata (D'ORBIGNY, 1835) (Fig. 26)

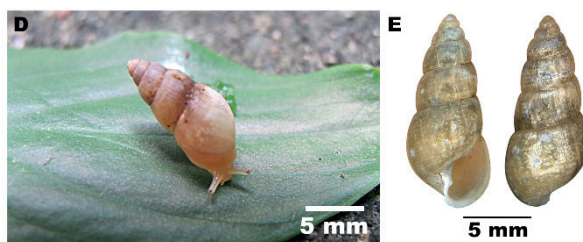


Figura 26. Espécime vivo de *Leptinaria unilamellata* (D, CMIOC 11169); Concha de *Leptinaria unilamellata* (E, CMIOC 11138). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA e no PEPB: Área peridomiciliar na EFMA, área de mata recuperada na EFMA e preservada no PEPB.

Lotes examinados: CMIOC 11109: Trilha da cachoeira (22°56'26.5" S 43°24'21.4" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11138: Trilha do Núcleo Pau-da-fome – PEPB (22°55'28.8" S 43°26'27.0" W), 6 de dezembro de 2017, Pires, N. A. Col.; CMIOC 11142: Estrada do Fincão (22°56'18.6" S 43°24'12.0" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11169: Trilha da cachoeira (22°56'26.5" S 43°24'20.9" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11193: Terreno do CFMA, próximo a sede (22°56'20.0" S 43°24'14.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie encontrada em áreas antropizadas no Brasil com registros na Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas, Pará, Pernambuco e Sergipe (ARAÚJO, 1982; ARAÚJO; KELLER, 1993; RAMOS-DE-SOUZA *et al.*, 2017).

Subulina octona (BRUGÜIÈRE, 1789) (Fig. 27)



Figura 27. Espécime vivo de *Subulina octona* (F, CMIOC 11202); Concha de *Subulina octona* (G, CMIOC 11129). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA e no PEPB: Área peridomiciliar na EFMA e área de mata preservada no PEPB.

Lotes examinados: CMIOC 11129: Estrada do Fincão (22°56'23.1" S 43°24'16.5" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11140: Caminho da cachoeira (22°56'18.6" S 43°24'12.0" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11202: Nossa Senhora dos Remédios (22°56'26.4" S 43°23'31.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11206: Trilha do Núcleo Pau-da-fome – PEPB (22°55'28.8" S 43°26'25.8" W), 11 de março de 2018, Pires, N. A. Col.

Distribuição no Brasil: Espécie exótica no Brasil (SIMONE, 2006), encontrada em áreas antropizadas. Ocorre no Pará, Ceará, Pernambuco, Rio de Janeiro, Ilha Grande, Paraná, Amapá, Amazonas, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul (BAKER, 1913; MORRETES, 1949; HAAS, 1953; ARAÚJO; BESSA, 1993; THOMÉ *et al.*, 2006).

Espécies límnicas

Caenogastropoda

Architaenioglossa

Família Ampullariidae (GRAY, 1824)

Pomacea sordida (SWAINSON, 1823) (Fig. 28)

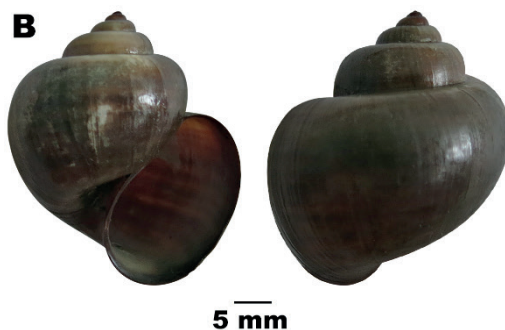


Figura 28. Concha de *Pomacea sordida* (B, CMIOC 11147). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lotes examinados: **CMIOC 11147:** Fincão (22°56'24.6" S 43°24'18.6" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-deSouza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C., Cabello, K. Cols.; **CMIOC 11152:** Nossa Senhora dos Remédios – vala de drenagem poluída com esgoto doméstico (22°56'27.6" S 43°23'27.6" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; **CMIOC 11187:** Viana do Castelo – vala poluída com esgoto doméstico (22°56'16.8" S 43°23'31.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; **CMIOC 11191:** Viana do Castelo – vala poluída com esgoto doméstico (22°56'26.4" S 43°23'28.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; **CMIOC 11192:** Terreno do CFMA, próximo a sede (22°56'20.0" S 43°24'14.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Endêmica no estado do Rio de Janeiro e na lista de espécies ameaçadas de extinção do Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas de Extinção do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – Ministério do Meio Ambiente (THIENGO, 1989; MEDEIROS *et al.*, 2002; COWIE; THIENGO, 2003; MAZZONI *et al.*, 2009; ICMBIO, 2018).

Análise parasitológica: 34 exemplares foram analisados e não apresentaram infecção por trematódeos.

Família Thiaridae (GILL, 1871)

Melanooides tuberculata (MÜLLER, 1774) (Fig. 29)



Figura 29. Concha de *Melanooides tuberculata* (E, CMIOC 11186). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar e área de mata recuperada.

Lotes examinados: CMIOC 11113: Trecho de cachoeira, na trilha da cachoeira antes do reservatório (22°56'35.8" S 43°24'40.9" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11125: Estrada do Fincão (22°56'23.1" S 43°24'16.5" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11134: R. Caminho da cachoeira (22°56'11.3" S 43°24'01.6" W), 23 de novembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11165: Trecho de cachoeira, na trilha da cachoeira antes do reservatório (22°56'35.8" S 43°24'40.9" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11186: Sampaio Correa – Riacho poluído próximo à guarita no Pav. Amarelo (22°56'13.2" S 43°23'30.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11188: Viana do Castelo – Lago poluído (22°56'16.8" S 43°23'31.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.; CMIOC 11195: Terreno do CFMA, próximo a sede (22°56'20.0" S 43°24'14.0" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie exótica afro-asiática, com ampla distribuição no Brasil, possuindo registros para os estados de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Paraíba, Rio de Janeiro, Ceará, Distrito Federal, Pará, Tocantins, Piauí, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Rio Grande do Norte, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina, Rio Grande do Sul (VAZ *et al.*, 1986; SILVA *et al.*, 1994; PAZ *et al.*, 1995; GARCEZ; MARTINS-SILVA, 1997; THIENGO *et al.*, 1998; MELLO; CORDEIRO, 1999; PEREIRA, 2000; GIOVANELLI *et al.*, 2001; THIENGO *et al.*, 2001, 2002a, 2002b; FERNANDEZ *et al.*, 2003; COELHO *et al.*, 2018).

Análise parasitológica: Dos 78 exemplares examinados, 41 indivíduos foram positivos

para cercárias do tipo *Pleurolophocercous*.

Heterobranchia
Hygrophila
Família Planorbidae (RAFINESQUE, 1815)
Biomphalaria tenagophila (D'ORBIGNY, 1835) (Fig. 30)



Figura 30. Concha de *Biomphalaria tenagophila* (A, CMIOC 11149). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lotes examinados: CMIOC 11149: Sampaio Correa – Vala de esgoto doméstico (22°56'03.3"S 43°23'25.8" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11196: Sampaio Correa – Vala de esgoto doméstico (22°56'03.3"S 43°23'25.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa do Brasil, registrada em dez estados (Bahia, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo), além do Distrito Federal (BRASIL, 2008; CARVALHO *et al.*, 2008, 2018).

Análise parasitológica: Dos 105 exemplares examinados, apenas dois indivíduos estavam positivos para cercárias do tipo *Xiphidiocercariae*.

Família Physidae (FITZINGER, 1833)
Physella acuta (DRAPARNAUD, 1805) (Fig. 31)

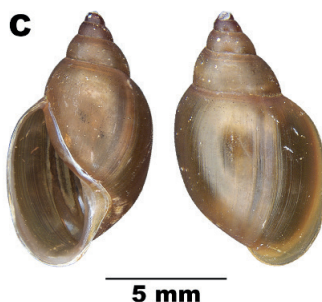


Figura 31. Concha de *Physa acuta* (C, CMIOC 11150). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lotes examinados: CMIOC 11150: Sampaio Correa – Vala de drenagem poluída com esgoto doméstico na Av. Marisa Letícia Lula da Silva (22°56'03.3" S 43°23'25.8" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11197: Sampaio Correa – Vala de drenagem poluída com esgoto doméstico na Av. Marisa Letícia Lula da Silva (22°56'03.3" S 43°23'25.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie considerada exótica no Brasil, com registros para a Bahia, Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo (THIENGO *et al.*, 1998, 2001, 2004; FERNANDEZ, 2011; PARAENSE, 2011).

Análise parasitológica: 89 exemplares foram analisados e não apresentaram infecção por trematódeos.

Stenophysa marmorata (GUILDING, 1828) (Fig. 32)

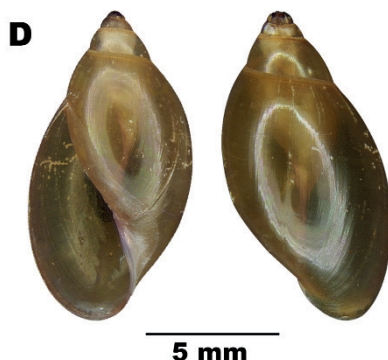


Figura 32. Concha de *Stenophysa marmorata* (D, CMIOC 11198). Adaptado de Rangel *et al.* (2021).

Área de coleta na EFMA: Área peridomiciliar.

Lotes examinados: CMIOC 11146: Caminho da cachoeira (22°56'18.6" S 43°24'12.0" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11151: Sampaio Correa – vala de drenagem muito poluída com esgoto doméstico na Av. Marisa Letícia Lula da Silva (22°56'03.3" S 43°23'25.8" W), 14 de dezembro de 2017, Rangel, F. C.; Thiengo, S. C.; Ramos-de-Souza, J.; Gomes, S. R.; Marchi, C.; Cabello, K. Cols.; CMIOC 11198: Sampaio Correa – vala de drenagem muito poluída com esgoto doméstico na Av. Marisa Letícia Lula da Silva (22°56'03.3" S 43°23'25.8" W), 24 de janeiro de 2018, Rangel, F. C. S.; Thiengo, S. C.; Pires, N. A.; Gomes, S. R.; Mello, J. C. Cols.

Distribuição no Brasil: Espécie nativa, com registros nos estados de Rondônia, Minas

Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (VAZ *et al.*, 1986; THIENGO *et al.*, 2001; SIMÕES, 2002; PFEIFFER; PITONI, 2003; VIDIGAL *et al.*, 2005; MARTELLO *et al.*, 2008; AGUDO-PADRÓN, 2008, 2009; AGUDO-PADRÓN; LENHARD, 2011).

Análise parasitológica: 13 exemplares foram analisados e não apresentaram infecção por trematódeos.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A porção de Mata Atlântica presente no estado do Rio de Janeiro possui um elevado endemismo de espécies (ROCHA *et al.*, 2003). No presente estudo constatamos esse fato com o encontro de quinze espécies terrestres nativas e exclusivas na área de mata recuperada e preservada, dentre as quais podemos destacar *Neocyclotus prominulus*, *Rhinus ciliatus*, *Megaspira elatior*, *Leiostracus perlucidus*, *Gonyostomus gonyostomus* e *Megalobulimus ovatus*, espécies consideradas endêmicas do estado do Rio de Janeiro (SANTOS *et al.*, 2009).

Neocyclotus prominulus foi a espécie terrestre nativa com maior abundância na área florestada da EFMA. Esse prosobrânquio é comum em áreas remanescentes de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, sendo encontrado também na Ilha Grande, Angra dos Reis (NUNES; SANTOS, 2007; SANTOS *et al.*, 2010).

Dentre os macromoluscos, destacamos a espécie *Megalobulimus ovatus*, coletada na área do Parque Estadual da Pedra Branca no Núcleo Pau-da-Fome. *Megalobulimus ovatus*, vulgarmente conhecida como aruá-do-mato, é uma das espécies endêmicas da Mata Atlântica e indicada como espécie guarda-chuva por Santos *et al.* (2009). Esta espécie também é geralmente confundida com o caracol exótico e invasor *Achatina fulica* nas amostras recebidas no Laboratório de Malacologia do IOC/Fiocruz para análise parasitológica (THIENGO *et al.*, 2022).

Foram analisados 160 espécimes vivos de *A. fulica* coletados na comunidade do Fincão em 2021, próxima à EFMA, o que corrobora com as informações previamente fornecidas por moradores locais sobre a alta infestação dessa espécie em quintais e jardins dessas comunidades. A abundância de *A. fulica* no peridomicílio é preocupante diante de sua atuação na transmissão de parasitoses para humanos e animais (THIENGO *et al.*, 2007, 2008). O grande número de espécimes encontrados pode estar associado à sazonalidade da espécie, porém, somente a continuidade desses estudos na área permitirá conhecer a dinâmica da ocorrência dessa espécie no território.

Como resultado das análises parasitológicas realizadas com os moluscos terrestres destacamos o encontro de larvas de *Angiostrongylus cantonensis*, agente etiológico da meningite eosinofílica, zoonose considerada emergente no Brasil, em espécimes de *Achatina fulica*. Este nematódeo tem sido comumente encontrado infectando o caracol *A.*

fulica, incluindo o município do Rio de Janeiro (VALENTE *et al.*, 2020; THIENGO *et al.*, 2022). Larvas do nematódeo *Cruzia tentaculata* também foram recuperadas com frequência no presente estudo nesta mesma espécie (*A. fulica*), assim como relatado também na literatura (THIENGO *et al.*, 2022). Este nematódeo também foi relatado infectando exemplares do caracol nativo, *Thaumastus taunaisii* (Férussac, 1821), coletados em uma área do Parque Estadual da Pedra Branca, nas proximidades da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (RAMOS-DE-SOUZA *et al.*, 2021).

A ocorrência de *Biomphalaria tenagophila*, uma das três espécies transmissoras de *S. mansoni* no Brasil, em valas de drenagem e esgoto de comunidades do entorno da EFMA, deve ser destacada. Embora não estivessem eliminando cercárias de *Schistosoma mansoni*, foram recuperadas cercárias do grupo Ubiquita, pertencente ao tipo cercariano *Xiphidiocercaria*, cujos adultos parasitam o intestino de aves (PINTO; MELO, 2013). Exemplares de *B. tenagophila* parasitados por *Xiphidiocercaria* já foram reportados em Angra dos Reis, Barra Mansa, Barra do Piraí, Piraí, Rio Claro e Valença (THIENGO *et al.*, 2004).

A análise parasitológica de exemplares de *Melanoides tuberculata* revelou a presença de *Pleurolophocercous* cercária, o que já foi também relatado por Bogéa *et al.* (2005) em exemplares de *M. tuberculata* na zona metropolitana do estado do Rio de Janeiro e por Pinto e Melo (2010) em indivíduos coletados na represa da Pampulha, Belo Horizonte, MG. Esses últimos foram identificados como *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924), trematódeo de importância médica e veterinária que parasita pássaros, mamíferos (inclusive o homem), sendo a centrocestíase endêmica na Ásia (CHAI *et al.*, 2013). *Centrocestus formosanus* utiliza como hospedeiros intermediários *M. tuberculata* e alguns peixes (SCHOLZ; SALGADO-MALDONADO, 2000; AGUILAR-AGUILAR *et al.*, 2009). No Brasil, o primeiro relato da infecção desse parasito em *M. tuberculata* foi de Pinto e Melo (2010).

Um total de nove espécies exóticas foram encontradas na área de estudo. Na EFMA, os caracóis *Leptinaria unilamellata*, *Beckianum beckianum* e o caramujo *Melanoides tuberculata* ocorreram tanto em área peridomiciliar, quanto nas áreas de transição e de mata recuperada. Espécies exóticas são um dos principais agravos relacionados à perda da biodiversidade (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005), pois causam inúmeros impactos ao meio ambiente, interferindo diretamente nas comunidades naturais, nas cadeias tróficas e nas condições ambientais, afetando a fauna local e podendo trazer riscos à saúde humana (MANSUR *et al.*, 2012). De acordo com Leão *et al.* (2011), é necessária a prevenção e a realização de estudos prévios, como levantamentos faunísticos, a fim de subsidiar estratégias de controle populacional de espécies exóticas e invasoras, visando a mitigar seus efeitos nocivos.

Os resultados aqui apresentados demonstram que mesmo avaliações de pequenas áreas são importantes, pois são capazes de revelar uma grande diversidade de gastrópodes

continentais e áreas de endemismo. Neste estudo foi possível identificar espécies exóticas não apenas em áreas urbanizadas, mas também nas bordas da área de floresta recuperada. Espera-se que os resultados obtidos possam auxiliar tanto na divulgação, quanto na conservação da biodiversidade local, considerando a grande diversidade de espécies endêmicas da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro encontradas em uma parte relativamente pequena da EFMA.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Ricardo Moratelli por disponibilizar sua equipe da Fiocruz Mata Atlântica, em especial Jailton Paes Costa, Samuel Pereira da Silva e Juliana Dias Maia por acompanharem nossa equipe nas coletas realizadas. À Dra. Norma Salgado (in memoriam), pelo valioso auxílio na identificação dos moluscos terrestres. Ao designer gráfico Eduardo da Silva Cinilha (Laboratório de Malacologia - IOC/FIOCRUZ), pelas edições de fotos e figuras. Ao Nilson Azevedo Pires, ao Cláudio Pedroso Aboud e ao Marcelo José Pereira, funcionários da Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro, pela fundamental colaboração no trabalho de campo e pelas doações de amostras de moluscos. Ao INEA, pela Autorização de Pesquisa Científica INEA N° 052/2016, de 05 de dezembro de 2016.

REFERÊNCIAS

- AGUDO-PADRÓN, A.I.; LENHARD, P. Continental mollusc fauna of the great Porto Alegre Central Region, RS, Southern Brazil. **Biodiversity Journal**, 2(4):163-170, 2011.
- AGUDO-PADRÓN, A.I. Listagem Sistemática dos moluscos continentais ocorrentes no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Comunicaciones de La Sociedad Malacológica Del Uruguay**, 9(91):147-179, 2008.
- AGUDO-PADRÓN, A.I. Recent terrestrial and freshwater molluscs of Rio Grande do Sul state, RS, southern Brazil region: a comprehensive synthesis and checklist. **Visaya**, 1-13, 2009.
- AGUILAR-AGUILAR, R.; MARTÍNEZ-AQUINO, A.; PÉREZ RODRIGUEZ, R.; PÉREZ-PONCE-DE-LEÓN, G. Digenea, Heterophyidae, *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) metacercarie: distribution extension for Mexico, new state record, and geographic distribution map. **Check List**, 5(2): 357-359, 2009.
- ALEXANDRE, G.D.L.; DAMASCENO, H.V.; MIYAHIRA, I.C.; CAETANO, C.H.S. Gastrópodes (Mollusca) presentes no campus Urca da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). **Biotemas**, 30: 31-40, 2017.
- ANDRADE-PORTO, S.M.; DE SOUZA, K.C.P.; CÁRDENAS, M.Q.; ROQUE, R.A.; PIMPÃO, D.M.; ARAÚJO, C.S.; MALTA, J.C.O. Occurrence of *Aelurostrongylus abstrusus* (Railliet, 1898) larvae (Nematoda: Metastrongylidae) infecting *Achatina* (*Lissachatina*) *fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca: Gastropoda) in the Amazon region. **Acta Amazônica**, (42)2: 245-250, 2012.

- ARAÚJO, J.L.B.; BESSA, E.C.A. Moluscos de importância econômica do Brasil. II Subulinidae, *Subulina octona* (Bruguière) (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora). **Revista Brasileira de Zoologia**, 10 (3): 489-497, 1993.
- ARAÚJO, J.L.B.; D.G. KELLER. Moluscos de importância econômica no Brasil. III. Subulinidae, *Leptinaria unilamellata* (Orbigny) (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata, Stylommatophora). **Revista Brasileira de Zoologia**, 10 (3): 499-507, 1993.
- ARAÚJO, J.L.B. **Alguns moluscos terrestres como hospedeiros intermediários de parasitas de animais domésticos, no Brasil**: estudos sobre a anatomia, sistemática e participação em helmintos. Itaguaí, Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, p. 103, 1982.
- ARRUDA, J.O.; SANTOS, L. First record of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Mollusca, Achatinidae), for the state of Rio Grande do Sul, Brazil. **Biotemas**, 35 (1): 1-6, 2022.
- BAKER, F. The land and fresh-water mollusks of the Stanford Expedition to Brazil. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, 65: 618-675, 1913.
- BARBOSA, T.A.; THIENGO, S.C.; FERNANDEZ, M.A.; GRAEFF-TEIXEIRA, C.; MORASSUTTI, A.L.; MOURÃO, F.R.P.; MIRANDA, C.O.S.; JORGE, M.M.; COSTA, L.F.; GOMES, S.R. Infection by *Angiostrongylus cantonensis* in both humans and the snail *Achatina (Lissachatina) fulica* in the city of Macapá, in the Amazon Region of Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 115: 1-4, 2020.
- BARKER, G.M. **Molluscs as crop pests**. Lincoln: CABI. 400p, 2002.
- BARKER, G.M. Naturalised terrestrial Stylommatophora (Mollusca: Gastropoda). **Fauna of New Zealand**, 38: 1-253, 1999.
- BOGÉA, T.; CORDEIRO, F. M.; GOUVEA, J. C. *Melanooides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) as intermediate host of Heterophyidae (Trematoda: Digenea) in Rio de Janeiro metropolitan area, Brazil. **Rev Inst Med Trop**, 47: 87-90, 2005.
- BOUCHET, P.; ROCROI, J. P.; HAUSDORF, B.; KAIM, A.; KANO, Y.; NÜTZEL, A.; PARKHAEV, P.; SCHRÖDL, M.; STRONG, E. E. Revised classification, nomenclator and typification of gastropod and monoplacophoran families. **Malacologia**, 61(1-2): 1-526, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde/SVS. **Vigilância e controle de moluscos de importância epidemiológica**: diretrizes técnicas. Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). 2. ed., Brasília, 2008.
- BREURE, A. S. H.; ABLETT, J. D. Annotated type catalogue of the Amphibulimidae (Mollusca, Gastropoda, Orthalicoidea) in the Natural History Museum, London. **ZooKeys**, 138: 1-52, 2011.
- BREURE, A. S. H.; ABLETT, J. D. Annotated type catalogue of the Bothriembryontidae and Odontostomidae (Mollusca, Gastropoda, Orthalicoidea) in the Natural History Museum, London. **ZooKeys**, 182: 1-70, 2012.
- BREURE, A. S. H.; ABLETT, J. D. Annotated type catalogue of the Bulimulidae (Mollusca, Gastropoda, Orthalicoidea) in the Natural History Museum, London. **ZooKeys**, 392: 1-367, 2014.

BREURE, A. S. H.; ABLETT, J. D. Annotated type catalogue of the Megaspiridae, Orthalicidae, and Simpulopsidae (Mollusca, Gastropoda, Orthalicoidea) in the Natural History Museum, London. **ZooKeys**, 470: 17-143, 2015.

BREURE, A. S. H.; ARAÚJO, R. The Neotropical land snails (Mollusca, Gastropoda) collected by the 'Comisión Científica del Pacífico'. **PeerJ**, 5: 1-108, 2017.

BRUSCHI-FIGUEIRÓ, G.; VETTENHEIMER-MENDES, I. L. Moluscos em áreas de horticultura no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 19(Suppl. 2): 31-37, 2002.

CAPINERA, J. L. Biology and food habits of the invasive snail *Allopeas gracile* (Gastropoda: Subulinidae). **Florida Entomologist**, 100(1): 116-123, 2017.

CARVALHO, O. S.; COELHO, P. M. Z.; LENZI, H. L. **Schistosoma mansoni e esquistossomose: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. 1.124 pp., 2008.

CARVALHO, O. S.; PASSOS, L. K. J.; MENDONÇA, C. L. F.; CARDOSO, P. C. M.; CALDEIRA, R. L. Moluscos brasileiros de importância médica. 2º ed. Belo Horizonte, Fiocruz/Centro de Pesquisas René Rachou, 92p, 2014.

CARVALHO, O. S.; MENDONÇA, C. L. F.; MARCELLINO, J. M. R.; PASSOS, L. K. J.; FERNANDEZ, M. A.; LEAL, R.S.; CALDEIRA, R.L.; SCHOLTE, R. G. C.; CARMO, E. H.; MESQUITA, S. G.; THIENGO, S. C. Geographical distribution of intermediate hosts of *Schistosoma mansoni* in the states of Paraná, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco and Rio Grande do Norte, Brazil, 2012-2014. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, 27(3): 1-9, 2018.

CHAI, J.Y.; SOHN, W. M.; YONG, T. S.; EOM, K. S.; MIN, D. Y.; LEE, M. Y.; LIM, H.; INSISIENGMAY, B.; PHOMMASACK, B.; RIM, H.J. *Centrocestus formosanus* (Heterophyidae): human infections and the infection source in Lao PDR. **The Journal of Parasitology**, 99(3): 531-536, 2013.

COELHO, P. M.; FERNANDEZ, M. A.; CESAR, D. A. S.; RUOCCO, A. M. C.; HENRY, R. Updated distribution and range expansion of the gastropod invader *Melanooides tuberculata* (Müller, 1774) in Brazilian waters. **BiolInvasions Records**, 7(4): 405-409, 2018.

COLOSI, G. Diagnosi di Vaginulidi (Gasteropodi terrestri). **Atti della Società italiana de Scienza Naturali del Museo Civile di Storia Naturele**, 60: 156-160, 1921.

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL (Brasil). Os desafios científicos para a conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**, 5(1-2): 1-114, 2009.

COWIE, R. H.; THIENGO, S. C. The apple snails of the Americas (Mollusca: Gastropoda: Ampullariidae: *Asolene*, *Felipponea*, *Marisa*, *Pomacea*, *Pomella*): a Nomenclatural and Type Catalog. **Malacologia**, 45(1): 41-100, 2003.

COWIE, R. H.; RUNDELL, R.; YEUNG, N. W. Samoan land snail and slugs. An identification guide. **Department of Marine and Wildlife Resources**, American Samoa Government, 71 p, 2017.

- DARRIGRAN, G.; AGUDO-PADRÓN, I.; BAEZ, P.; BELZ, C.; CARDOSO, F.; CARRANZA, A.; COLLADO, G.; CORREOSO, M.; CUEZZO, M.G.; FABRES, A.; DIEGO, E.; GREGORIC, G.; LETELIER, S.; LUDWIG, S.; MANSUR, M.C.; PASTORINO, G.; PENCHASZADEH, P.; PERALTA, C.; REBOLLEDO, A.; RUMI, A.; SANTOS, S.; THIENGO, S.C.; VIDIGAL, T.; DAMBORENEA, C. Non-native mollusks throughout South America: emergent patterns in an understudied continent. **Biol Invasions**, 22: 853-871, 2020.
- DUTRA, A. V. C. Aspectos da ecologia e da reprodução de *Leptinaria unilamellata* (Orbigny, 1835) (Gastropoda, Subulinidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 5 (4): 581-591, 1988.
- DUTRA-CLARKE, A. V. C.; SOUZA, F. B. V. A. Bulimulidade (Gastropoda, Stylommatophora) do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 7(3): 289-304, 1990.
- FERNANDEZ, M. A. Gastrópodes límnicos em áreas de influência de Usinas Hidrelétricas no trecho superior do rio Tocantins, estados de Goiás e Tocantins, Brasil. **Resumos do XXII Encontro Brasileiro de Malacologia**, Fortaleza, p. 60-64, 2011.
- FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C.; SIMONE, L. R. L. Distribution of the introduced freshwater snail *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Thiaridae) in Brazil. **The Nautilus**, 117(3): 78-82, 2003.
- FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C.; AMARAL, R. S. Técnicas malacológicas. In: AMARAL, R. S.; THIENGO, S.C.; AMARAL, R. S. (Orgs.) **Vigilância e Controle de Moluscos de Importância Epidemiológica**: diretrizes técnicas. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
- FUKUDA, H.; HAGA, T.; TATARA, Y. Niku-nuki: a useful method for anatomical and DNA studies on shell-bearing molluscs. In: **Zoosymposia**, 1: 15-38, 2008.
- GARCEZ, C.C.; MARTINS-SILVA, M. J. Estudo preliminar da distribuição de moluscos gastrópodes no Lago Paranoá, Brasília, DF (Brasil). **Anais do XV Encontro Brasileiro de Malacologia**: 58, 1997.
- GIOVANELLI, A.; SILVA, C. L. P. A. C. da; VASCONCELLOS, M. C.; MEDEIROS, L. The molluscicidal activity of crown of Christ latex (*Euphorbia splendens* var. *hislopilii*) on *Melanoides tuberculata* (Thiaridae), a snail associated to habitats of *Biomphalaria glabrata* (Planorbidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 96: 123-125, 2001.
- GRAEFF-TEIXEIRA, C.; MORERA, P. Método de digestão de moluscos em ácido clorídrico para isolamento de larvas de *Metastrongilídeos*. **Biociências**, 3: 85-89, 1995.
- GRAEFF-TEIXEIRA, C.; THIENGO, S. C.; THOMÉ, J. W.; MEDEIROS, A. B.; CAMILO-COURA, L.; AGOSTINI, A. A. On the diversity of mollusc intermediate hosts of *Angiostrongylus costaricensis* Morera & Céspedes, 1971 in southern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 88(3): 487-489, 1993.
- HAAS, F. Mollusks from Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. **Fieldiana Zoology**, 34: 203-209, 1953.
- HASZPRUNAR, G. **Mollusca (Molluscs)**, eLS, (1): 565-571, 2020.
- HIDALGO, J. G. Catalogue des coquilles terrestres recueillies par les naturalists de la commission scientifique espagnole sur divers points de l'Amérique méridionale. **Journal de Conchyliologie**, 18: 27-70, 1870.

ICMBio. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. 1. ed, Brasília: DF, v. 1. 492 p, 2018.

LANDAL, M. C. T.; BACH, R. P.; GOMES, S. R.; BOTTON, M.; ZAWADNEAK, M. A. C. Terrestrial gastropods as *Fragaria* x ananassa pests in southern Brazil: morphological identification. **Ciência Rural**, Santa Maria, 49(3): 1-7, 2019.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M. S.; ZILLER, S. R. Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil. Contextualização, Manejo e Políticas Públicas. **CEPAN**. Instituto Hórus, Recife, 99p. 2011.

LIMA, M. S.; GUILHERME, E. Diagnosis, presence of endoparasites, and local knowledge on the infestation of the exotic giant African snail (Gastropoda: Pulmonata: Achatinidae), in the urban zone of Rio Branco, Acre, Brazil. **Biota Neotropica**, 18(3): 1-10, 2018.

LOPES, M. P. A. M.; NUNES, G. K. M.; SANTOS, S. B. dos. Levantamento preliminar da malacofauna do Campus do Centro Universitário da Cidade (Univercidade, Unidade Madureira), Rio de Janeiro, RJ. **Informativo SBMa**, 43(182), 2012. Disponível em: <<http://sbmalacologia.com.br/wp-content/uploads/2011/11/Informativo-43-182.pdf>> Acesso em: 9 jul. 2021.

LYDEARD, C.; COWIE, R. H.; PONDER, W. F.; BOGAN, A. E.; BOUCHET, P.; CLARK, S. A.; CUMMINGS, K. S.; FREST, T. J.; GARGOMINY, O.; HERBERT, D. G.; HERSHLER, R.; PEREZ, K. E.; ROTH, B.; SEDDON, M.; STRONG, E. E.; THOMPSON, F.G. The Global Decline of Nonmarine Mollusks. **BioScience**, 54(4): 321-330, 2004.

MANSUR, M. C. D.; SANTOS, C. P.; PEREIRA, D.; PAZ, I. C. P.; ZURITA, M. L. L.; RODRIGUEZ, M. T. R.; NEHRKE, M. V.; BERGONCI, P. E. A. **Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle**. Porto Alegre: Redes Editora. 418 p, 2012.

MARTELLO, A. R.; NUNES, I. G. W.; BOELTA R. A.; LEAL, L.A. Malacofauna límnicia associada à macrófitas aquáticas. **Ciência e Natura**, UFSM 30: 27-41, 2008.

MAURER, R. L.; GRAEFF-TEIXEIRA, C.; THOMÉ, J. W.; CHIARADIA, L. A.; SUGAYA, H.; YOSHIMURA, K. Natural infection of *Deroceeras laeue* (Mollusca: Gastropoda) with metastrongylid larvae in a transmission focus of abdominal angiostrongyliasis. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 44(1): 53-54, 2002.

MAZZONI, R.; FIGUEIREDO, C. A.; ENRICI, M. C.; BAPTISTA, D. F.; CARAMASCHI, E. P.; NESSIMIAN, J. L.; PAZ, R. C.; THIENGO, S. C.; GUEDES, D. M.; MOULTON, T. P. Organismos aquáticos nos sistemas fluviais do estado do Rio de Janeiro. In: BERGALLO, H. G.; FIDALGO, E. C. C.; ROCHA, C. F. D.; UZÊDA, M. C.; COSTA, M. B.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. V.; SANTOS, M. A.; COSTA, T. C. C.; COZZOLINO, A. C. R. eds. **Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto Biomas, pp. 153–174, 2009.

MEDEIROS, A.S.; CRUZ, O. J.; FERNANDEZ, M. A. Esquistossomose mansônica e distribuição dos moluscos límnicos em criadouros naturais no Município de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, 18(5):1463–1468, 2002.

MELLO, H. N.; CORDEIRO, L. N. Ocorrência de *Melanooides tuberculata* no açude Thomaz Osterne de Alencar (Umari), Crato. Ceará. XVI **Encontro Brasileiro de Malacologia**, Recife, 161, 1999.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington, DC. 2005.

MIYAHIRA, I. C.; CARNEIRO, J. B.; GONÇALVES, I. C. B.; LACERDA, L. E. M.; OLIVEIRA, J. L.; VASCONCELOS, M. C.; SANTOS, S. B. Freshwater mollusks and environmental assessment of Guandu River, Rio de Janeiro, Brazil. **Biota Neotropica**, 17(3): 1–8, 2017.

MMA- Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília, Conservation Internacional do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD/ Instituto Estadual de Florestas, MG. 40.ppm

MONTEIRO, D. P.; SANTOS, S. B. Conquiliomorfolgia de Tamayoa (Tamayops) banghaasi (Thiele) (Gastropoda, Systrophiiidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 18 (4): 1049–1055, 2001.

MORASSUTTI, A. L.; THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M.; SAWANYAWISUTH, K.; GRAEFF-TEIXEIRA, C. Eosinophilic meningitis caused by *Angiostrongylus cantonensis*: an emergent disease in Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 109: 399–407, 2014.

MORRETES, F. L. Ensaio de Catálogo dos Moluscos do Brasil. **Arquivos do Museu Paranaense**, 7: 5-216, 1949.

MS - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de vigilância epidemiológica. Vigilância e Controle de Moluscos de Importância médica: **Diretrizes técnicas**: Programa de Vigilância e Controle da Esquistossomose (PCE). 2ª ed., Brasília: Editora MS, 178 p., 2008.

NUNES, G. K. M.; SANTOS, S. B. A reversed coiled *Neocyclotus prominulus* (d' Orbigny) (Gastropoda, Prosobranchia, Cyclophoridae) from Grande Island, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 24(1): 258–259, 2007.

OHLWEILER, F. Y.; TAKAHASHI, F. Y.; GUIMARÃES, M. C. A.; GOMES, S. R.; KAWANO, T. **Manual de gastrópodes límnicos e terrestres do Estado de São Paulo associados às helmintoses**, Porto Alegre: Redes Editora. F.P. 233p, 2010.

OLIVEIRA, A. C. S. **Inventário dos Gastrópodes Terrestres da Serra Pedra do Serrote**, Aurora (Ceará), Semiárido Brasileiro. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras–PB, p. 44, 2017.

OLIVEIRA, A. P. M.; TORRES, E. J. L.; MALDONADO, A.; ARAÚJO, J. L. B.; FERNANDEZ, M. A.; THIENGO, S. C. *Achatina fulica* como hospedeiro intermediário de nematódeos de interesse médico-veterinário em Goiás, Brasil. **Revista de Patologia Tropical** 39(3): 199–210, 2010.

OLIVEIRA, C. A. R. **Taxonomia Integrativa para a caracterização e diferenciação de espécies de Veronicelídeos Neotropicais (Mollusca, Gastropoda, Veronicellidae)**: Recaracterização de *Latipes erinaceus* e Descrição de uma nova espécie do gênero *Phyllocaulis*. Dissertação de Mestrado (Pós - Graduação Comportamento e Biologia Animal), Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora – MG, p. 96, 2016.

OLIVEIRA, J. C. S.; CORRÊA, K. J. G.; VASCONCELOS, H. C. G. Ocorrência de *Achatina fulica* (Mollusca: Pulmonata: Achatinidae) em três bairros da cidade de Santana, Amapá. **Biota Amazônia**, (3)1: 9-12, 2013.

OLIVEIRA, J. C. S.; GONÇALVES, T. S.; MONTEIRO, P. R.; SARAIVA, I. O.; VASCONCELOS, H. C. G. Ocorrência de *Achatina fulica* (Mollusca: Pulmonata: Achatinidae) em três bairros da cidade de Macapá, Amapá. **Biota Amazônia**, (2)2: 78–81, 2012.

PARAENSE, W. L. Sinonímia entre *Physa acuta* e *Physa cubensis*: morfologia e genética. In: FERNANDEZ, M. A.; SANTOS, S. B.; THIENGO, S. C.; PIMENTA, A. D. (eds). **Tópicos em Malacologia**. Ecos do XIX Encontro Brasileiro de Malacologia, Sociedade Brasileira de Malacologia, Rio de Janeiro, 2011.

PAZ, R. J.; WATANABE, T.; DIJCK, M. P. M.; ABÍLIO, F. J. P. First record of *Melanooides tuberculata* (Muller, 1774) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) in the state of Paraíba (Brazil) and its possible ecological implications. **Revista Nordestina de Biologia**, 10: 79–84, 1995.

PDCFMA - Programa De Desenvolvimento Do Campus Fiocruz Da Mata Atlântica. **Relatório Base** - Melhorias Habitacionais como ações promotoras de saúde no Setor 1 da Colônia Juliano Moreira–Campus Fiocruz Da Mata Atlântica. Rio de Janeiro, agosto de 2012.

PEARCE, T.A.; ÖRSTAN, A. TERRESTRIAL GASTROPODA. In: STURM, C.F; PEARCE, T.A; VALDÉS. (Eds.). **The Mollusks: A Guide to Their Study, Collection, and Preservation**. American Malacological Society, Los Angeles and Pittsburgh, p. 261–285, 2006.

PEREIRA, P. A. C. Dispersão do gastrópode invasor *Melanooides tuberculata* (Muller, 1774) (Mollusca: Prosobranchia: Thiaridae) no Estado do Paraná- Brasil, em biótopos lênticos e semi-lênticos. **Biociências**, 8: 107–114, 2000.

PFEIFFER, N. T. S.; PITONI, V. L. L. Análise qualitativa estacional da fauna de moluscos límnicos no delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, 11(2):145–158, 2003.

PILSBRY, H. A. **Manual of Conchology**, Ser. II, vol, Philadelphia, PA. 1897–1898.

PINTO, H.A.; MELO, A. L. Larvas de Trematódeos em Moluscos do Brasil: Panorama e Perspectivas Após um Século de Estudos. **Rev Patol Trop**, 42 (4): 369–386, 2013.

PINTO, H. A.; MELO, A. L. *Melanooides tuberculata* (Mollusca: Thiaridae) as an intermediate host of *Centrocestus formosanus* (Trematoda: Heterophyidae) in Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, 52(4): 207–210, 2010.

QGIS Development Team <2017>. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://www.qgis.org/>.

RAMOS, M.; GOMES, S. R.; GUTIERREZ, Y.; RAMOS-RODRIGUEZ; UZEDA, M. C. Terrestrial slugs in neotropical agroecosystems. **Front. Sustain. Food Syst.** 5:656492: 2021.

RAMOS-DE-SOUZA, J.; MALDONADO-JR, A.; VILELA, R.V.; ANDRADE-SILVA, B.E.; BARBOSA, H.S.; GOMES, S.R.; THIENGO, S.C. First report of the nematode *Cruzia tentaculata* using molluscs as natural intermediate hosts, based on morphology and genetic markers. **Int J Parasitol Parasites Wildl**, 15: 105–111, 2021.

RAMOS-DE-SOUZA, J.; THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; GOMES, S. R.; CORRÊA-ANTÔNIO, J.; CLÍMACO, M. C.; GARCIA, J. S.; MALDONADO-JR, A.; BARBOSA, L.; DOLABELLA, S. S. First records of molluscs naturally infected with *Angiostrongylus cantonensis* (Nematoda: Metastrongyloidea) in Sergipe state, northeastern Brazil, including new global records of natural intermediate hosts. **Rev Inst Med Trop**, 60(51): 1–7, 2018.

RAMOS-DE-SOUZA, J.; THIENGO, S. C.; GOMES, S. R.; FERNANDEZ, M. A.; CLÍMACO, M. C.; JAIN, S.; BARBOSA, L.; DOLABELLA, S. D. Native and alien terrestrial snails in urban areas of Sergipe, Northeast Brasil. **Tentacle**, 25:9–11, 2017.

RANGEL, F. C. S.; GOMES, S. R.; CANUTO, T.; RODRIGUES, P. S.; THIENGO, S. C. Diversity of non-marine gastropods of the Fiocruz Atlantic Forest Biological Station and adjacent urban areas, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 93: 1–15, 2021.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S.; VAN SLUYS, M. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. 1ª ed. São Carlos: Editora RiMa.; 2003, p. 160.

SAKAI, A. K.; ALLENDORF, F. W.; HOLT, J. S.; LODGE, D. M.; MOLOFSKY, J.; WITH, K. A.; BAUGHMAN, S.; CABIN, R. J.; COHEN, J. E.; ELLSTRAND, N. C.; MCCAULEY, D. E.; O'NEIL, P.; PARKER, I. M.; THOMPSON, J. N.; WELLER, S. G. The population biology of invasive species. **Ann. Rev. Ecol. Syst**, 32: 305–332, 2001.

SALGADO, N. C.; COELHO, A. C. S.; BARROS, H. M. Macroanatomia, microanatomia e histologia do sistema reprodutor de *Thaumastus* (*Thaumastus*) *taunaisii* (Férussac, 1822), *T.(T.) magnificus* (Grateloup, 1839) e *T.(T.) achilles* (Pfeiffer, 1852) (Mollusca, Gastropoda, Bulimulidae). **Boletim do Museu Nacional, Zoologia**, (358):1–47, 1995.

SALVADOR, R. B.; SIMONE, L. R. L. Taxonomical study on a sample of land snails from Alcobça (Bahia, Brazil), with description of a new species. **Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde**, 8: 1–7, 2015.

SALVADOR, R. B.; CHARLES, L.; SIMONE, L. R. L.; MAESTRATI, P. Terrestrial gastropods from Pedra Talhada Biological Reserve, Alagoas state, Brazil, with description of a new species of *Radiodiscus* (Gastropoda: Charopidae). **Archiv für Molluskenkunde**, 147(1): 101–128, 2018.

SANTOS, S. B.; MONTEIRO, O. P. Composição de gastrópodes terrestres em duas áreas do Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentado (CEADS), Vila Dois Rios, Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil - um estudo-piloto. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18(1): 181–190, 2001.

SANTOS, S. B.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; BROWN, G.; COSTA, J. M.; LUZ, J. L.; LORENZON, M. C. A.; SALGADO, N. C.; BAPTISTA, R. L. C.; MONTEIRO, R. F. Conservação dos invertebrados terrestres no Estado do Rio de Janeiro. In: BERGALLO, H. G.; FIDALGO, E. C. C.; ROCHA, C. F. D.; UZÉDA, M. C.; COSTA, M. B.; ALVES, M. A. S.; VAN SLUYS, M.; SANTOS, M. A.; COSTA, T. C. C.; COZZOLINO, A. C. R. Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: **Instituto Biomas**. 127–152, 2009.

SANTOS, S. B.; RODRIGUES, C. L.; NUNES, G. K. M.; BARBOSA, A. B.; LACERDA, L. E. M.; MIYAHIRA, I. C.; VIANA, T. A.; OLIVEIRA, J. L.; FONSECA, F. C.; SILVA, P. S. C. Estado do Conhecimento da Fauna de Invertebrados não-Marinhas da Ilha Grande (Angra dos Reis, RJ). **Oecologia Australis**, 14(2): 504–549, 2010.

- SCHOLZ, T.; SALGADO-MALDONADO, G. The introduction and dispersal of *Centrocestus formosanus* (Nishigori, 1924) (Digenea: Heterophyidae) in Mexico: a review. **American Midland Naturalist**, 143(1): 185–200, 2000.
- SILVA, F. S.; SIMONE, L. R. L.; SALVADOR, R. B. Mollusks from the region of Santa Maria, Rio Grande do Sul state, Brazil. **Arq. Zool**, 50(3): 175–190, 2019.
- SILVA, R. E.; MELO, A. L.; PEREIRA, L. H.; FREDERICO, L. F. Levantamento Malacológico da Bacia Hidrográfica do Lago Soledade, Ouro Branco (Minas Gerais, Brazil). **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, 36(5): 437–444, 1994.
- SIMÕES, R. I. **Comunidade de moluscos bentônicos na área de abrangência da usina hidrelétrica de Dona Francisca, Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil**: Fase de pré e pós-enchimento do Reservatório. Dissertação de Mestrado (Pós – Graduação em Biologia Animal), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 219, 2002.
- SIMONE, L. R. L.; CASATI, R. New land mollusk fauna from Serra da Capivara, Piauí, Brazil, with a new genus and five new species (Gastropoda: Orthalicoidea, Streptaxidae, Subulinidae). **Zootaxa**, 3683(2): 145–158, 2013.
- SIMONE, L. R. L. **Land and freshwater molluscs of Brazil**. FAPESP, São Paulo. 390 p, 2006.
- THIELE, J. Über einige brasilianische landschnecken. **Abhandlungen der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung**, 40(3): 307–328, 1927.
- THIENGO, S.C.; RAMOS-DE-SOUZA, J.; SILVA, G.M.; FERNANDEZ, M.A.; SILVA, A.K.P.; RODRIGUES, P.S.; MATTOS, A.C.; COSTA, R.A.F.; GOMES, S.R. Parasitismo of terrestrial gastropods by medically-important nematodes in Brazil. **Frontiers in Veterinary Science**, 9: 1-11, 2022.
- THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A. Gastrópodes Neotropicais Continentais de Importância Médica. In: COURA, J. R. **Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias**. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan, 2. ed. p. 133–140, 2013.
- THIENGO, S. A. R. C.; HAYES, K. A.; MATTOS, A.C.; FERNANDEZ, M. L. A. A Família Ampullariidae no Brasil: Aspectos Morfológicos, Biológicos e Taxônicos. In: FERNANDEZ, M. L. A.; SANTOS, S. B.; PIMENTA, A. D.; THIENGO, S. A. R. C. (Org). **Tópicos em Malacologia (Ecos do XIX Encontro Brasileiro de Malacologia)**. Rio de Janeiro: Technical Books, 1: 93-109, 2011.
- THIENGO, S. C.; MALDONADO, J. R. A.; MOTA, E. M.; TORRES, E. J. L.; CALDEIRA, R.; OLIVEIRA, A. P. M.; SIMÕES, R. O.; FERNANDEZ, M. A.; LANFREDI, R. M. The role of the giant African snail *Achatina fulica* as vector of eosinophilic meningoencephalitis: current situation in Brazil. **Acta Trop**, 115: 194–199, 2010a.
- THIENGO, S. C., MALDONADO, A., MOTA, E. M.; TORRES, E. J. L.; CALDEIRA, R.; CARVALHO, O.S.; OLIVEIRA, A. P. M.; SIMÕES, R. O.; FERNANDEZ, M. A.; LANFREDI, R. M. The giant African snail *Achatina fulica* as natural intermediate host of *Angiostrongylus cantonensis* in Pernambuco, Northeast Brazil. **Acta Tropica**. 115(3):194–9, 2010b. doi: 10.1016/j.actatropica.2010.01.005.
- THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; TORRES, E. J. L.; COELHO, P. M.; LANFREDI, R. M. First record of a nematode Metastrongyloidea (*Aelurostrongylus abstrusus* larvae) in *Achatina* (*Lissachatina*) *fulica* (Mollusca, Achatinidae) in Brazil. **Journal of Invertebrate Pathology**, 98:34–39, 2008.

THIENGO, S. C.; FARACO, F.A.; SALGADO, N.C.; COWIE, R. H.; FERNANDEZ, M. A. Rapid spread of an invasive snail in South America: the giant African snail, *Achatina fulica*, in Brasil. **Biological Invasions**, 9(6): 693-702, 2007.

THIENGO, S. C.; MATTOS, A. C.; BOAVENTURA, M. F.; FERNANDEZ, M. A. Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the state of Rio de Janeiro, Brazil: IV - Sul Fluminense mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 99: 275–280, 2004.

THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; BOAVENTURA, M. F.; SANTOS, S. B.; MATTOS, A. C. Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the state of Rio de Janeiro, Brazil: II- Centro Fluminense Mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 97: 621–626, 2002a.

THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; BOAVENTURA, M. F.; MAGALHÃES, M. G.; SANTOS, S. B. Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the state of Rio de Janeiro, Brazil: III- Baixadas Mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 97(Suppl. I): 43–46, 2002b.

THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; BOAVENTURA, M. F.; GRAULT, C. E.; SILVA, H. F. R.; MATTOS, A. C.; SANTOS, S. B. Freshwater snails and schistosomiasis mansoni in the state of Rio de Janeiro, Brazil: I – Metropolitan Mesoregion. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 96(Suppl.): 177–184, 2001.

THIENGO, S. C.; FERNANDEZ, M. A.; BOAVENTURA, M. F.; STORTI, M. A. A. Survey of Freshwater Gastropods in the Microrregião Serrana of the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 93(Suppl. I): 233–234, 1998.

THIENGO, S. C. On *Pomacea sordida* (SWAINSON, 1823) (Prosobranchia, Ampullariidae). **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 84(3): 351–355, 1989.

THOMÉ, J. W. Distensão de moluscos terrestres para fixação, com comentários sobre coleta e transporte. **Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, 55: 153–154, 1975.

THOMÉ, J. W. Uma nova espécie de Phyllocaulis do Brasil (Veronicellidae, Gastropoda). **Iheringia**, (41): 59–68, 1972.

THOMÉ, J. W.; GOMES, S. R.; PICANÇO, J. B. **Guia ilustrado**: Os caracóis e as lesmas dos nossos bosques e jardins. Pelotas, USEB. 123p, 2006.

VALENTE, R.; ROBLES, M. R.; DIAZ. Gastropods as intermediate hosts of Angiostrongylus spp. in the Americas: bioecological characteristics and geographical distribution. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 115: 2020.

VAZ, J. F.; TELES, H. M. S.; LEITE, S. P. S.; CORRÊA, M. A.; FABBRO, A. L. D.; ROSA, W. S. Levantamento planorbídico do estado de São Paulo: sexta região administrativa. **Revista de Saúde Pública**, 20(5): 352–361, 1986.

VIDIGAL, T. H. D. A.; MARQUES, M. G. S. M.; LIMA, H. P.; BARBOSA, A. R. Gastrópodes e bivalves límnicos do trecho médio da bacia do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, 6 (supplement): 67–76, 2005.

XIMENES, M. E. R.; GONÇALVES, BRITO, I. C.; MIYAHIRA, I. C.; LACERDA, L. E. M.; SANTOS S. B. Para além das plantas: diversidade de moluscos límnicos no Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, 6: 1-13, 2022.

ZANOL, J.; FERNANDEZ, M. A.; OLIVEIRA, A. P. M.; RUSSO, C. A. M.; THIENGO, S. C. O caramujo exótico invasor *Achatina fulica* (Stylommatophora, Mollusca) no Estado do Rio de Janeiro (Brasil): situação atual. **Biota Neotropica**, 10: 447–451, 2010.

A RIQUEZA DE SERPENTES

Data de aceite: 13/03/2023

Luiz Eduardo Mendonça Regio

Programa de Pós-Graduação em Ensino,
Ambiente e Sociedade, Faculdade de
Formação de Professores, Universidade
do Estado do Rio de Janeiro, Rio de
Janeiro, RJ, Brasil

Jorge Antônio Lourenço Pontes

Programa de Pós-Graduação em Ensino,
Ambiente e Sociedade, Faculdade de
Formação de Professores, Universidade
do Estado do Rio de Janeiro, Rio de
Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: O Brasil abriga 412 espécies de serpentes, sendo que 92 encontram-se no estado do Rio de Janeiro e 52 são endêmicas da Mata Atlântica. A Floresta da Pedra Branca está protegida, em sua maior parte, pelo Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) com 12.492 ha na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Apesar da pressão antrópica, existem localidades com cobertura vegetal em estágio avançado de regeneração natural, como a região da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), com 430 ha, localizada na vertente leste do remanescente. A EFMA está parcialmente

sobreposta ao PEPB e abriga uma rica biodiversidade, inclusive de serpentes. O presente estudo teve como objetivo listar as espécies de serpentes que habitam a EFMA, utilizando metodologias de busca ativa, identificação por registros fotográficos e coletas efetuadas por terceiros. De março de 2007 a janeiro de 2021 foram registrados 35 indivíduos, correspondendo a 16 espécies, pertencentes a cinco famílias: Dipsadidae (9 spp.), Colubridae (4 spp.), Viperidae, Boidae e Elapidae (1 sp. cada). As espécies mais abundantes foram: *Thamnodynastes nattereri* ($N = 10$); *Erythrolamprus miliaris* ($N = 5$); *Bothrops jararaca* ($N = 3$) e *Siphlophis compressus* ($N = 3$). Os problemas que afetam a taxocenose de serpentes na EFMA são os impactos antrópicos como desmatamento, incêndios, impactos da visitação, espécies exóticas invasoras, dentre outros. Esse foi o primeiro estudo realizado com serpentes na EFMA, que possui remanescentes de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia, biodiversidade, preservação, taxocenose de serpentes.

INTRODUÇÃO

Reconhecida como um *hotspot* de biodiversidade, ou seja, uma das áreas mais ricas do mundo em biodiversidade, com elevado grau de endemismo e elevada perda de habitat, a Mata Atlântica é um dos biomas mais ameaçados do mundo (MYERS *et al.*, 2000). Atualmente, os remanescentes da Mata Atlântica somam 12,4%, com o bioma concentrando 72% da população humana do país (SOS MATA ATLÂNTICA, 2019b). A perda desse patrimônio natural constitui elevado prejuízo para o Brasil, em especial para a sua biodiversidade (BERGALLO *et al.*, 2000; ROCHA *et al.*, 2003; MITTERMEIER *et al.*, 2005). Tanto as suas características geomorfológicas quanto os parâmetros climatológicos altamente heterogêneos em toda a extensão do domínio da Mata Atlântica (FERNANDES, 1998) proporcionaram condições para o desenvolvimento de uma fauna rica em espécies endêmicas (HADDAD, 1998; LEONEL, 2001; MITTERMEIER *et al.*, 2005).

O estado do Rio de Janeiro atualmente possui apenas 18,7% de sua cobertura original de Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA, 2019a), enquanto o município do Rio de Janeiro se destaca com seus remanescentes florestais, representados pelas florestas da Tijuca, do Gericinó-Mendanha e da Pedra Branca (ROCHA *et al.*, 2003). A Floresta da Pedra Branca é a maior floresta urbana do mundo, sendo protegida, em sua maior parte, pelo Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), que compreende uma área de 12.492 ha, o que equivale a 10% da área da cidade do Rio de Janeiro (INEA, 2013). A Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) está inserida nesse grande fragmento florestal municipal (TAVARES, 2018). Apesar da relevância desse fragmento, o conhecimento que se tem sobre a fauna local de serpentes ainda pode ser considerado incipiente, sendo a quantidade de espécimes-testemunho da ocorrência de espécies da região depositados em coleções herpetológicas ainda pouco representativa (ROCHA *et al.*, 2003; PONTES; ROCHA, 2008).

A fauna de répteis do Brasil é atualmente composta por 848 espécies (COSTA *et al.*, 2021). Com relação às serpentes, 142 espécies ocorrem na Mata Atlântica (representando 33% das 430 espécies que ocorrem no Brasil), com 91 encontradas no estado do Rio de Janeiro (MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021) e pelo menos 28 no município do Rio de Janeiro (PONTES; ROCHA, 2008; PONTES *et al.*, 2009, 2015). Recentemente, Regio (2021) registrou 31 espécies de serpentes para o PEPB, sendo *Dipsas variegata* (DUMÉRIL, BIBRON & DUMÉRIL, 1854) citada como nova ocorrência para o estado do Rio de Janeiro (REGIO; PONTES, 2020).

As serpentes fazem parte de um grupo animal de elevada importância biológica nos ecossistemas em que vivem (GREENE, 1994; MARQUES *et al.*, 2019), sendo um modelo apropriado para avaliar a complexidade de um ambiente (PONTES; ROCHA, 2008). São predadoras, auxiliando no controle de populações de roedores, anfíbios e artrópodes, e são presas para uma grande diversidade de outros organismos, desde invertebrados

até mamíferos (PONTES; ROCHA, 2008). Algumas espécies peçonhentas podem causar acidentes graves, mas a maioria é inofensiva para o homem. Outro dado relevante é que os componentes da peçonha de algumas espécies de serpentes têm sido utilizados para a produção de medicamentos. Porém, a maioria das espécies ainda não foi estudada quanto às propriedades farmacológicas de seus venenos (MARQUES *et al.*, 2019). Mesmo assim, ainda se observa em diversas regiões do Brasil um estereótipo negativo para as serpentes, que são consideradas como animais perigosos (CARDOSO *et al.*, 2009).

A comunidade de serpentes da EFMA ainda é pouco conhecida, sendo este o primeiro esforço padronizado para o inventário do grupo na região. O presente estudo apresenta a composição da taxocenose de serpentes desta localidade, através de uma lista comentada de espécies, com suas características biológicas e ecológicas.

MÉTODOS

Área de estudo

A Estação Biológica Fiocruz da Mata Atlântica (EFMA), localizada na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro ($22^{\circ}56'25''$ S, $43^{\circ}24'18''$ O; WGS 84), possui 430 ha, dos quais, 262 ha (61%) estão sobrepostos ao Parque Estadual da Pedra Branca (TAVARES, 2018; Figura 1).

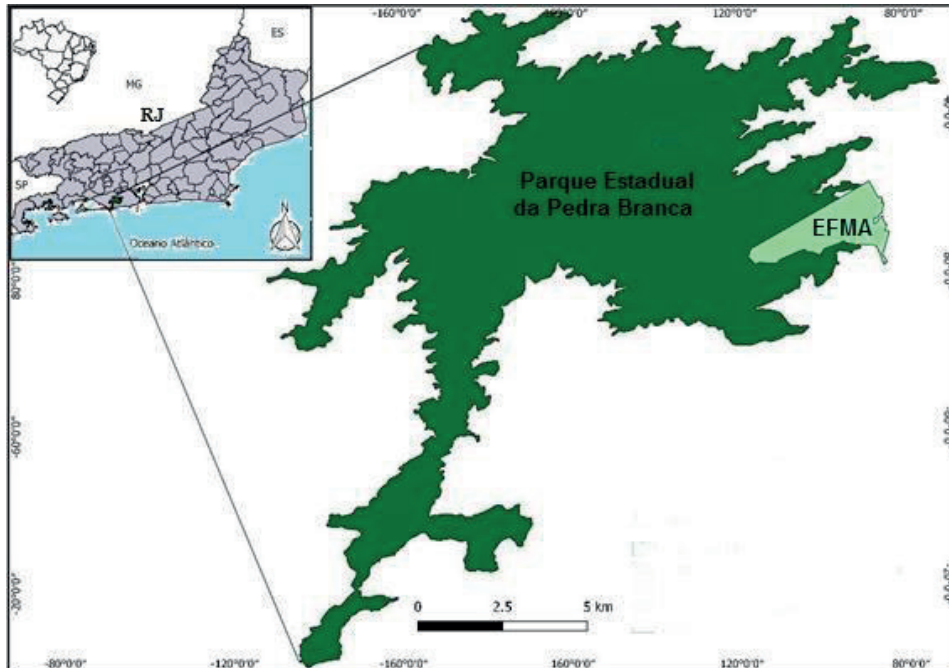


Figura 1. Localização do Parque Estadual da Pedra Branca e da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica no município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Modificado de Tavares (2018).

Na EFMA, as áreas acima da cota de 100 m localizam-se dentro dos limites do Parque Estadual da Pedra Branca, uma unidade de conservação de proteção integral (CASTRO, 2015). Possui uma vegetação formada por floresta ombrófila densa secundária, com parte dela em estágio médio ao avançado de regeneração natural e a fauna nativa pode ser observada até nos arredores de áreas habitadas (IBGE, 1993; FIOCRUZ, 2004b). A floresta de baixada, que abrange toda a borda do remanescente, compreende habitats antropizados, em grande parte devido à presença de seis comunidades humanas com baixos a médios índices de desenvolvimento social (TAVARES, 2018).

A mata é composta por árvores com dossel de até cerca de 30 metros de altura, com presença de árvores frutíferas exóticas como a jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) e limoeiros (*Citrus* spp.), embora em número reduzido se comparado às demais áreas do PEPB. À medida que a altitude atinge a cota de 100 m pode-se observar uma floresta mais bem conservada, sem ocupação humana, com uma redução da proporção de vegetação arbórea exótica. Entretanto, ainda se nota a presença de animais domésticos e resíduos deixados por banhistas que frequentam a represa local (Figura 2).



Figura 2. Aspectos da cobertura vegetal na EFMA: Mata próxima à represa (A). Acesso à mata em estágio médio de regeneração natural (B). Fotos: Luiz Regio.

Segundo a classificação de Köppen, o clima região é do tipo *Af*, ou seja, clima Tropical Úmido sem uma estação seca, megatérmico, com o período de precipitação pluviométrica máxima indo de dezembro a março, e o de precipitação mínima de junho a agosto, e a pluviosidade anual variando de 1.500 a 2.500 mm (INEA, 2013). A vertente norte da floresta da Pedra Branca, área mais distante da influência de chuvas orográficas, recebe maior incidência de raios solares e menos umidade. Isso coopera para que sua vegetação tenha menor diversidade. Essa maior exposição também resulta em uma maior amplitude térmica. Já a vertente leste, onde está inserida a EFMA, é mais úmida, pois recebe mais umidade proveniente do litoral, o que permite a formação de uma vegetação mais densa (OLIVEIRA *et al.*, 1995). O principal rio da região é o Rio Engenho Novo, com 15,4 km de extensão, que faz parte da Bacia do Engenho Novo na Colônia Juliano Moreira (COSTA, 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para amostrar as serpentes utilizamos a metodologia de procura visual limitada por tempo (MCDIARMID *et al.*, 2012). Essas buscas ocorriam ao longo de 2 h em diferentes horários do dia: de manhã (10 às 12 h), à tarde (15 às 17 h), e à noite (20 às 22 h). Todos os microhabitats potenciais (*e.g.*, folhiço, árvores, cavidades em rochas, corpos de água) eram investigados à procura de serpentes com uso de gancho herpetológico e lanterna, do solo até 3 m de altura. Registros fotográficos feitos por terceiros complementaram as informações de campo (PONTES *et al.*, 2009).

Identificação, medição e marcação

A identificação das serpentes capturadas foi realizada por consulta a guias de identificação em campo (PONTES; ROCHA, 2008, MARQUES *et al.*, 2019), chaves taxonômicas e listas (*e.g.*, PETERS; OREJAS-MIRANDA, 1970; PORTO; FERNANDES, 1996; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021). Os espécimes encontrados foram marcados com cortes nas escamas ventrais conforme proposto por Pontes e colaboradores (2009) (Figura 3). Após anotações de dados biológicos, os exemplares foram liberados nos locais de captura.

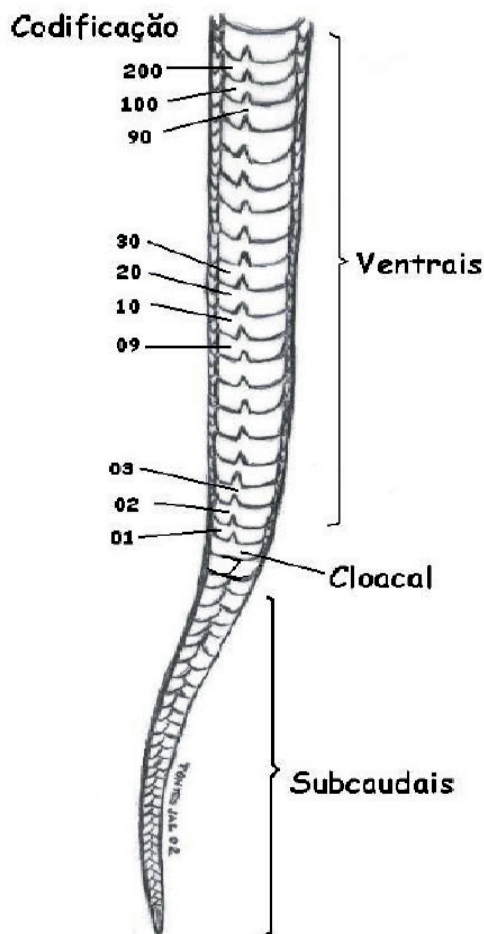


Figura 3. Padrão de marcação de serpentes utilizado no estudo realizado na EFMA.

Fonte: Pontes *et al.*, 2009.

RESULTADOS

Espécies de serpentes da EFMA

De março de 2007 a janeiro de 2021 foram registrados 35 indivíduos de 16 espécies, pertencentes às famílias Dipsadidae (9 spp.), Colubridae (4 spp.), Viperidae (1 sp.), Boidae (1 sp.) e Elapidae (1 sp.). As espécies mais abundantes foram *Thamnodynastes nattereri* ($N = 10$), *Erythrolamprus miliaris* ($N = 5$), *Bothrops jararaca* ($N = 3$) e *Siphlophis compressus* ($N = 3$). Oito espécies foram registradas por procura visual limitada por tempo (PVLTL) e oito por funcionários da EFMA através de encontro visual (EV) ou registro por terceiros (RT) (Tabela 1). Das serpentes cujo sexo pode ser identificado, 10 eram fêmeas

e oito eram machos. Nenhuma serpente foi recapturada após marcação e soltura.

Tabela 1. Lista de espécies de serpentes registradas por método: encontro visual (EV), registro por terceiros (RT) e procura visual limitada por tempo (PVLT), para a Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, Brasil. Asterisco (*) indica espécie endêmica para a Mata Atlântica.

TAXON	Nº DE REGISTROS POR MÉTODO		
	EV	RT	PVLT
Família Boidae			
<i>Boa constrictor</i> (LINNAEUS, 1758)		2	
Família Colubridae			
<i>Chironius foveatus</i> * (BAILEY, 1955)	1		
<i>Chironius fuscus</i> (LINNAEUS, 1758)			1
<i>Leptophis ahaethula</i> (LINNAEUS, 1758)	1		
<i>Spilotes sulphureus</i> (WIED, 1825)		1	
Família Dipsadidae			
<i>Dipsas newwedii</i> * (IHERING, 1911)		1	
<i>Erythrolamprus miliaris</i> (LINNAEUS, 1758)	1	1	3
<i>Elapomorphus quinquelineatus</i> * (RADDI, 1820)			1
<i>Leptodeira annulata</i> (LINNAEUS, 1758)			1
<i>Oxyrhopus petolarius</i> (LINNAEUS, 1758)		1	
<i>Philodryas olfersii</i> (LICHTENSTEIN, 1823)		1	
<i>Siphlophis compressus</i> (DAUDIN, 1803)			3
<i>Thamnodynastes nattereri</i> (MIKAN, 1820)		3	7
<i>Xenodon newwedii</i> * (GÜNTHER, 1863)		2	
Família Elapidae			
<i>Micrurus corallinus</i> * (MERREM, 1820)			1

Família Viperidae

*Bothrops jararaca** (WIED, 1824)

2

1

TOTAL 16

3

14

18

Sazonalidade e horário de atividade

Foram efetuados 25 registros na estação úmida, entre outubro e março. O mês com o maior registro de serpentes foi novembro, com seis indivíduos, enquanto maio e dezembro tiveram o menor número, com dois registros cada. Oito indivíduos foram registrados no período da manhã, 14 à tarde, 12 à noite, e não foi possível determinar o horário de um. Dos três indivíduos de *Siphlophis compressus* registrados, dois foram capturados à noite.

Lista comentada das espécies de serpentes registradas na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica

Boidae

Boa constrictor (LINNAEUS, 1758) – jiboia (Figura 4).

Caracterização: Serpente áglifa, não peçonhenta. Coloração dorsal cinza claro ou bege com manchas de coloração marrom a marrom avermelhada ao longo do corpo até a cauda, podendo medir mais de 300 cm de comprimento total; placa cloacal inteira; olhos com pupila vertical. É principalmente noturna, mas também apresenta atividade diurna, ocupando tanto o ambiente terrestre quanto o arbóreo. Alimenta-se preferencialmente de aves e mamíferos, matando-os por constrição (VANZOLINI *et al.*, 1980; PONTES, 2005). Defende-se dando botes, mordendo ou emitindo forte sibilar (PONTES; ROCHA, 2008; MARQUES *et al.*, 2019).

Reprodução: Vivípara, podendo parir cerca de 6 a 64 filhotes (DUELLMAN, 2005).

Distribuição geográfica: Amplamente distribuída na América do Sul. No Brasil observa-se a ocorrência na Mata Atlântica, Cerrado, Pantanal, Caatinga e Amazônia (PONTES; ROCHA, 2008; MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 4. Jiboia (*Boa constrictor*). Foto: Jorge Pontes.

Colubridae

Chironius foveatus BAILEY, 1955 – cobra-cipó-verde (Figura 5).

Caracterização: Serpente áglifa, não peçonhenta. Adultos possuem a coloração dorsal verde uniforme e variação ontogenética na coloração, com indivíduos jovens apresentando faixas verde-claras, contrastando com outras de cor castanho-acinzentada (MARQUES *et al.*, 2019), placa cloacal dividida (PONTES; ROCHA, 2008). Atinge mais de 200 cm de comprimento total e, dentre as espécies do gênero com registro para a Mata Atlântica da Serra do Mar, *C. foveatus* é uma das espécies que possuem o maior tamanho corporal (RODRIGUES, 2007). Possui olhos grandes com pupila redonda. Hábitos diurno, terrestre e arborícola. Alimenta-se de anfíbios anuros (MARQUES *et al.*, 2019) e lagartos (RODRIGUES, 2007). Defende-se mordendo, contorcendo e achatando a parte anterior do corpo e por descarga cloacal.

Reprodução: Espécie ovípara, pondo de 4 a 6 ovos (PONTES; ROCHA, 2008).

Distribuição geográfica: Espécie endêmica da Mata Atlântica, com ocorrência em Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia (MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 5. Cobra-cipó-verde (*Chironius foveatus*). Foto: Jorge Pontes.

Chironius fuscus (LINNAEUS, 1758) – cobra-cipó-de-rio (Figura 6).

Caracterização: Serpente áglifa, não peçonhenta, pode atingir cerca de 160 cm (BERNARDE *et al.*, 2017); olhos grandes com pupila redonda, hábitos diurno, terrestre e semi-arbóreo (MARQUES; SAZIMA, 2004). Espécie com variação ontogenética, na fase jovem possui coloração com faixas brancas e castanho-acinzentadas. Quando adulta é castanha-ferruginosa, adquirindo tonalidade quase alaranjada próximo à mandíbula. Possui língua longa de cor escura. Defende-se contorcendo fortemente o corpo, dando botes, mordendo e achatando a parte anterior do corpo. Placa cloacal inteira. Alimenta-se de anfíbios anuros (PONTES; ROCHA, 2008; BERNARDE *et al.*, 2017).

Reprodução: Espécie ovípara, pondo de 3 a 7 ovos alongados. Os machos adultos possuem duas linhas de escamas vertebrais carenadas bem acentuadas e ásperas (PONTES, 2005).

Distribuição geográfica: A espécie está amplamente distribuída na Mata Atlântica do Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. Na Amazônia é encontrada no Maranhão, Amazonas, Pará, Acre, Roraima, Amapá, Rondônia, Mato Grosso e no Pantanal do Mato Grosso do Sul (NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 6. Cobra-cipó-de-rio (*Chironius fuscus*). Foto: Luiz Regio.

Leptophis ahaethulla (LINNAEUS, 1758) – azulão-boia (Figura 7).

Caracterização: Serpente áglifa, não peçonhenta. Reconhecida pelo colorido de fundo verde azulado, com três faixas longitudinais douradas, uma vertebral e uma de cada lado dos flancos. Corpo longo e delgado; cabeça distinta do pescoço; olhos grandes com pupila redonda e íris amarela, com duas faixas negras pós-oculares, atingindo cerca 230 cm (FARIAS, 2016). Alimenta-se de anfíbios anuros (principalmente hilídeos), lagartos e filhotes de aves. Possui os dentes maxilares medianos mais longos que os demais. Hábitos diurno e arbóreo, placa cloacal dividida. Defende-se contorcendo violentamente o corpo, escancarando a boca, dando botes, mordendo, exibindo a mucosa e achatando lateralmente a parte anterior do corpo (PONTES; ROCHA, 2008; BERNARDE *et al.*, 2017).

Reprodução: Espécie ovípara, com a postura variando de 1 a 8 ovos (BERNARDE *et al.*, 2017).

Distribuição geográfica: No Brasil é encontrada em quase todos os estados, com exceção de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (MARQUES *et al.* 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 7. Azulão-boia (*Leptophis ahaethulla*). Foto: Jorge Pontes.

Spilotes sulphureus (WAGLER, 1824) – papa-pinto (Figura 8).

Caracterização: Serpente áglifa, não peçonhenta. Cabeça e dorso avermelhados com faixas escuras; faixa pós-ocular preta; olhos grandes com pupila redonda, língua vermelha com extremidade preta, podendo atingir 300 cm e placa cloacal inteira. Hábitos diurno, terrestre e arbóreo. Alimenta-se de anfíbios anuros, aves, pequenos mamíferos (PONTES; ROCHA, 2008), ovos de aves e lagartos (MARTINS; OLIVEIRA, 1998). Defende-se inflando a parte anterior do corpo, achatando-se lateralmente, sibilando e mordendo (PONTES, 2005; PONTES; ROCHA, 2008).

Reprodução: Espécie ovípara, pondo de 7 a 14 ovos (DUELLMAN, 2005). Possui dimorfismo sexual, com machos avermelhados na porção anterior do corpo e possuindo escamas mais carenadas, enquanto fêmeas possuem tons castanhos em quase todo corpo (PONTES; ROCHA, 2008).

Distribuição geográfica: Amplamente distribuída pelo Brasil, é encontrada em quase todo o território, com exceção de alguns estados da região Nordeste (Piauí, Rio Grande do Norte e Pernambuco), do Mato Grosso do Sul e dos estados da região Sul (MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 8. Papa-pinto (*Spilotes sulphureus*). Foto: Jorge Pontes.

Dipsadidae

Dipsas newiedi (IHERING, 1911) – papa-lesma, dormideira (Figura 9).

Caracterização: Serpente áglifa, não peçonhenta. O colorido de fundo é marrom claro, com manchas claras e escuras no dorso; ventre claro; cabeça destacada do corpo, que é comprimido lateralmente (ARGÔLO, 2004; MARQUES *et al.*, 2019). Olhos grandes e pupila elíptica, com comprimento máximo de 50 cm e placa anal inteira (MARQUES *et al.*, 2019). Possui hábito crepuscular-noturno e semi-arborícola. Alimenta-se de moluscos gastrópodes, especialmente lesmas (FREITAS, 2003; MARQUES *et al.*, 2019). Defende-se contorcendo e achatando o corpo, dando botes e por fuga (MARQUES *et al.*, 2019).

Reprodução: Espécie ovípara, pondo cerca de 10 ovos (LEITÃO DE ARAÚJO, 1978; PIZZATO *et al.*, 2008).

Distribuição geográfica: É uma espécie endêmica da Mata Atlântica e está distribuída pelos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco (MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 9. Papa-lesma, dormideira (*Dipsas newwiedi*). Foto: Jorge Pontes.

Elapomorphus quinquelineatus (RADDI, 1820) – cobra-de-cinco-listras (Figura 10).

Caracterização: Serpente opistóglifa, sem importância médica. Cabeça castanha-escura com olhos pequenos e pupila redonda; língua cinzenta; anel nugal de cor creme; dorso marrom claro, com cinco faixas longitudinais escuras que se iniciam na região nugal e ventre claro, atingindo 72 cm (presente estudo), com placa cloacal dividida (CARDOSO *et al.*, 2001; PONTES; ROCHA, 2008). Possui hábito terrestre e fossorial, diurno e noturno. Alimenta-se de minhocas, anfisbenas e pequenas serpentes (MARQUES *et al.*, 2019). Defende-se contorcendo o corpo, por descarga cloacal e por fuga.

Reprodução: É ovípara, mas pouco se sabe sobre sua reprodução. Cardoso e colaboradores (2001) relataram a eclosão de um ovo em março.

Distribuição geográfica: Endêmica da Mata Atlântica, ocorrendo em Santa Catarina, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo (PONTES; ROCHA, 2008; MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021). Está geralmente associada a áreas de mata bem conservadas (BERTOLUCI *et al.*, 2009), podendo ser encontrada em áreas alteradas (MARQUES *et al.*, 2019).



Figura 10. Cobra-de-cinco-listras (*Elapomorphus quinquelineatus*). Foto: Luiz Regio.

Erythrolamprus miliaris (LINNAEUS, 1758) – cobra-d'água (Figura 11).

Caracterização: Serpente áglifa, não peçonhenta. Olhos grandes com pupila redonda; língua castanho-avermelhada; dorso verde-oliva ou amarelado com escamas marginadas de preto (filhotes possuem cor escura e colar claro na nuca) e ventre amarelo. Placa cloacal inteira ou dividida, podendo atingir pouco mais de 100 cm de comprimento total. Possui hábitos diurno, noturno e semiaquático (PONTES; ROCHA, 2008). Possui dieta generalista, alimentando-se de peixes, pequenos répteis, anfíbios adultos e girinos. Defende-se achatando e elevando a parte anterior do corpo, por descarga cloacal e das glândulas anais ou fugindo (PONTES, 2005).

Reprodução: Espécie ovípara, pondo entre 5 e 17 ovos (PIZZATTO; MARQUES, 2006; PONTES; ROCHA, 2008).

Distribuição geográfica: Possui ampla distribuição, ocorrendo em quase todos os biomas e estados do Brasil com cinco subespécies (MARQUES *et al.* 2019, NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 11. Cobra-d'água (*Erythrolamprus miliaris*). Foto: Luiz Regio.

Leptodeira anulata (LINNAEUS, 1758) – cobra-olho-de-gato-anelada (Figura 12).

Caracterização: Serpente opistóglifa, sem importância médica. Cabeça distinta do corpo; olhos grandes e pupila elíptica; dorso da cabeça castanho; corpo castanho-claro com manchas arredondadas castanho-escuras, às vezes se alternando em zigue-zague; ventre claro sem manchas e cauda curta, podendo atingir 90 cm de comprimento total (ARGÔLO, 2004). Possui hábitos noturno, terrestre e arbóreo. Alimenta-se preferencialmente de anfíbios anuros e pequenos lagartos; placa cloacal dividida. Defende-se triangulando e achatando a cabeça, dando botes, por descarga cloacal e por fuga (PONTES; ROCHA, 2008).

Reprodução: Espécie ovípara, pondo cinco ovos, geralmente.

Distribuição geográfica: Serpente amplamente distribuída no território nacional, principalmente em altitudes baixas, encontrada em quase todos os biomas, com exceção dos Pampas e Floresta de Araucárias, estando ausente nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021). Espécie que pode ser observada tanto em florestas pouco perturbadas como em áreas altamente alteradas (LOEBMANN; HADDAD, 2010).



Figura 12. Cobra-olho-de-gato-anelada (*Leptodeira anulata*). Foto: Luiz Regio.

Oxyrhopus petolarius (LINNAEUS, 1758) – falsa-coral (Figura 13).

Caracterização: Serpente opistóglifa, sem importância médica. Também conhecida como falsa-coral até a fase juvenil, quando possui anéis negros incompletos ao longo do corpo alternando com áreas brancas e avermelhadas (variação ontogenética). A coloração dorsal no adulto é cinza reluzente, às vezes com tênues faixas avermelhadas; ventre de coloração branca-leitosa, podendo atingir 140 cm e com placa cloacal inteira (FREITAS, 2003; PONTES; ROCHA, 2008). Possui hábitos noturno e terrestre. Alimenta-se de lagartos, especialmente da espécie *Tropidurus torquatus* (WIED-NEUWIED, 1820), e de pequenos mamíferos (MARQUES *et al.*, 2019). Defende-se por fuga e os jovens podem ser confundidos com as serpentes da família Elapidae (corais-verdadeiras).

Reprodução: Espécie ovípara, pondo de 12 a 16 ovos (AMARAL, 1978).

Distribuição geográfica: No Brasil tem ampla distribuição, ocorrendo na Amazônia, Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica, com ocorrências marginais na Caatinga e Floresta das Araucárias. São observadas em áreas abertas e em matas preservadas e alteradas, inclusive em áreas urbanas. Não há registros da espécie apenas nos estados do Rio Grande do Sul, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Alagoas (ARGÔLO, 2004; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 13. Falsa-coral (*Oxyrhopus petolarius*). Foto: Jorge Pontes.

Philodryas olfersii (LICHTENSTEIN, 1823) – cobra-cipó-de-cabeça-marrom (Figura 14).

Caracterização: Serpente opistóglifa de importância médica, os acidentes com *P. olfersii* podem ser graves e até mesmo levar a vítima ao óbito (SALOMÃO; DI BERNARDO, 1995). O veneno desta serpente tem atividade hemorrágica, necrosante, edematogênica e miotóxica (ROCHA; FURTADO, 2007). Possui a parte superior da cabeça de cor marrom-bronze, com faixa pós-ocular escura, região labial e mental amarela; pupila redonda e língua escura; coloração dorsal verde com faixa marrom vertebral; ventre de cor verde-claro; atinge cerca de 140 cm de comprimento total e placa cloacal inteira (PONTES, 2005; BERNARDE *et al.*, 2017). Espécie de hábitos diurno, terrestre e arbóreo Alimenta-se de anfíbios, lagartos de pequeno porte, aves e pequenos mamíferos. Defende-se dando botes, mordendo e por fuga (PONTES, 2005; MARQUES *et al.*, 2019).

Reprodução: Espécie ovípara, pondo 6 a 8 ovos (MESQUITA *et al.*, 2013).

Distribuição geográfica: Distribuída em todos os estados brasileiros e em todos os biomas. É encontrada em matas com diferentes níveis de conservação e altitudes (MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 14. Cobra-cipó-de-cabeça-marrom (*Philodryas olfersii*). Foto: Luiz Regio.

Siphlophis compressus (DAUDIN, 1803) – falsa-coral (Figura 15).

Caracterização: Serpente opistóglifa, sem importância médica. Cabeça triangular de cor vermelha alaranjada nos adultos, enquanto os jovens possuem colar nugal branco; olhos vermelhos com pupilas elípticas; região dorsal do corpo vermelha ou rosada com faixas escuras transversais; faixa cervical larga amarelada; ventre branco, podendo atingir 140 cm e com placa cloacal inteira (MARTINS; OLIVEIRA, 1998; PONTES; ROCHA, 2008; BERNARDE *et al.*, 2017). Alimenta-se de lagartos e possui hábitos noturno e arbóreo; defende-se por movimentos erráticos e por fuga (PONTES; ROCHA, 2008).

Reprodução: Espécie ovípara, com registro de nove ovos (MARTINS; OLIVEIRA, 1998).

Distribuição geográfica: Ocorre nos estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima, Pará e Amapá; na região Nordeste ocorre nos biomas da Amazônia e Cerrado no Maranhão, e na Mata Atlântica do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia; na região Sudeste ocorre na Mata Atlântica do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019).



Figura 15. Falsa-coral (*Siphlophis compressus*). Foto: Luiz Regio.

Thamnodynastes nattereri (MIKAN, 1820) – corredeira (Figura 16).

Caracterização: Serpente opistóglifa, sem importância médica. Possui olhos grandes com pupila redonda; faixa pós-ocular marrom; língua bicolor com a parte anterior escura e extremidade avermelhada. Coloração dorsal varia do castanho ao acinzentado com tonalidades variadas; ventre de coloração castanha ou acinzentada bem clara, que atinge cerca de 70 cm (PONTES, 2005). Hábitos noturnos (MARQUES *et al.*, 2019), mas podem ser encontrados indivíduos ativos durante o dia, principalmente durante dias nublados ou chuvosos. Alimenta-se de anfíbios anuros e lagartos. Defende-se triangulando a cabeça, achatando o corpo, desferindo botes, mordendo, por descarga cloacal e fuga. O gênero *Thamnodynastes* é composto de 15 espécies (COSTA *et al.*, 2021), sendo complexa a identificação da espécie devido a variedade na coloração entre indivíduos.

Reprodução: Espécie vivípara, parindo até seis filhotes entre julho e setembro (PONTES; ROCHA, 2008).

Distribuição geográfica: É encontrada em todos os estados da região Sudeste e Sul; na região Nordeste ocorre na Bahia, Pernambuco e Paraíba e na região Centro-Oeste apenas no Mato Grosso do Sul (NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 16. Corredeira (*Thamnodynastes nattereri*). Foto: Jorge Pontes.

Xenodon neuwiedii (GÜNTHER, 1863) – boipeva (Figura 17).

Caracterização: Serpente áglifa, não peçonhenta. Cabeça marrom com faixa pós-ocular escura; olhos com pupila redonda e língua avermelhada; alguns espécimes de coloração cinza-claros com manchas, ou faixas escuras, outros de tons castanho-claros ou escuros, com faixas escuras ao longo da região dorsal. Atinge mais de 80 cm de comprimento total e com placa cloacal dividida (PONTES; ROCHA, 2008). Hábitos diurno e terrestre; alimenta-se de anfíbios anuros; defende-se triangulando a cabeça, achatando-a dorso-ventralmente, desferindo botes, por fuga e, às vezes, mordendo (MARQUES; SAZIMA, 2004; PONTES; ROCHA, 2008).

Reprodução: Espécie ovípara, com postura entre 4 a 9 ovos (PIZZATTO *et al.*, 2006).

Distribuição geográfica: É encontrada na Mata Atlântica do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia. Ocorre também na Floresta de Araucárias do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. (MARQUES *et al.*, 2019; NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 17. Boipeva (*Xenodon newwiedii*). Foto: Luiz Regio.

Elapidae

Micrurus corallinus (MERREM, 1820) – coral-verdadeira (Figura 18).

Caracterização: Serpente com dentição proteróglifa, com peçonha ativa e causadora de óbitos. Cabeça não destacada do corpo; olhos pequenos e coloração dorsal e ventral de vermelho intenso, com 23-30 anéis pretos marginados de branco, mais estreitos que os espaços vermelhos entre eles. Pode ultrapassar 90 cm de comprimento total. Possui hábitos diurno, noturno, terrestre e fossorial (PONTES; ROCHA, 2008; FORLANI *et al.*, 2010). Alimenta-se de anfisbenas, anfíbios gimnofionos, serpentes pequenas e lagartos anguíquios. Defende-se com movimentos erráticos do corpo, escondendo a cabeça sob ele, levantando a cauda, mordendo e por fuga. Machos possuem a cauda maior e mais grossa que as fêmeas; placa cloacal inteira ou dividida (PONTES, 2005; PONTES; ROCHA, 2008; MARQUES *et al.*, 2019).

Reprodução: Serpente ovípara com postura na primavera, pondo seis ovos (PONTES; ROCHA, 2008).

Distribuição geográfica: É uma serpente endêmica da Mata Atlântica, com registros marginais no Cerrado, ocorrendo em baixas e intermediárias altitudes. Ocorre nos estados de Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia e Rio Grande do Norte (PONTES; ROCHA, 2008; MARQUES *et al.*,



Figura 18. Coral-verdadeira (*Micrurus corallinus*). Foto: Jorge Pontes.

Viperidae

Bothrops jararaca (WIED, 1824) – jararaca (Figura 19).

Caracterização: Serpente com dentição solenóglifa de importância médica, causando acidentes graves. Cabeça triangular, olhos com pupila vertical e faixa pós-ocular escura. Coloração dorsal marrom-claro, marrom-escuro ou cinza e com manchas triangulares mais escuras em forma de “V” invertido que podem se fundir em faixas. Ventre claro e leitoso, podendo ter manchas escuras irregulares. Os filhotes possuem a ponta da cauda branca (PONTES; ROCHA, 2008). Fosseta loreal presente; podendo atingir mais de 150 cm de comprimento total; placa cloacal inteira ou dividida (FREITAS, 2003; PONTES; ROCHA, 2008). Adultos alimentam-se preferencialmente de mamíferos; jovens predam anfíbios anuros e lagartos, que podem ser atraídos por engodo caudal. Espécie de hábitos noturno, terrestre e semi-arbóreo. Defende-se vibrando a cauda, desferindo botes, picando e por fuga (PONTES, 2005; PONTES; ROCHA, 2008).

Reprodução: Espécie vivípara, podendo parir até 15 filhotes, que nascem entre março e maio.

Distribuição geográfica: Endêmica da Mata Atlântica. Encontrada no Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás e Bahia. Habita áreas preservadas e perturbadas em altas e baixas elevações

(NOGUEIRA *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2021).



Figura 19. Jararaca (*Bothrops jararaca*). Foto: Luiz Regio.

DISCUSSÃO

Na Mata Atlântica, estudos com comunidades de serpentes demonstraram a necessidade de longos períodos de esforços no campo para capturar um número reduzido desses animais (PONTES; ROCHA, 2008). Na EFMA, outros métodos de amostragem deveriam ser adicionados para aumentar o número de capturas em estudos futuros com serpentes, como armadilhas de queda (*pitfall trap*) com cerca-guia (*drift fences*) (CORN, 1994; CECHIN; MARTINS, 2000; VRCIBRADIC *et al.*, 2011) e instalação de abrigos artificiais para captura de serpentes de hábito criptozoico (PARMELEE; FITHC, 1995).

A riqueza de serpentes registrada na localidade corresponde a 17,2% das espécies encontradas no estado do Rio de Janeiro e 55,2% das que são encontradas no município (REGIO; PONTES, 2020), sendo seis espécies consideradas endêmicas da Mata Atlântica (NOGUEIRA *et al.*, 2019). Esses números indicam que a EFMA, apesar de possuir uma área relativamente pequena, constitui um importante refúgio para a herpetofauna do município, principalmente serpentes, e ressalta a importância de sua preservação. Nenhuma das espécies registradas neste estudo consta em listas de espécies ameaçadas de extinção (BERGALLO *et al.*, 2000; DI MAIO; SILVA, 2000; BRASIL, 2014).

Espécies mais frequentemente registradas, como *Thamnodynastes nattereri*, podem

ser excelentes modelos para estudos ecológicos voltados para a conservação de uma área (GASTON; FULLER, 2007). O registro de três indivíduos de *S. compressus*, sendo um tentando predação de lagarto da espécie *Gymnodactylus darwini* (GRAY, 1845) corrobora dados sobre a dieta dessa serpente (PONTES; ROCHA, 2008; MARQUES *et al.*, 2019), que é comum entre troncos caídos ou em decomposição, principal habitat desse geconídeo, endêmico da Mata Atlântica (TEIXEIRA, 2002). A serpente *Boa constrictor* parece preferir áreas mais abertas (FREITAS, 2003) e não foi registrada nas áreas de floresta mais conservada da EFMA. A predominância da família Dipsadidae encontrada no presente estudo é similar às encontradas em estudos de outras comunidades de serpentes da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro (*e.g.*, GONÇALVES *et al.*, 2007; PONTES *et al.*, 2009a; PONTES *et al.*, 2009b; SALLES *et al.*, 2010; VRCIBRADIC *et al.*, 2011; ALMEIDA-GOMES *et al.*, 2014; PONTES *et al.*, 2015; ROCHA *et al.*, 2018).

Das 16 espécies registradas para a EFMA, três são de importância médica: *Philodryas olfersi*, *Micrurus corallinus* e *Bothrops jararaca*. O único indivíduo de *Micrurus corallinus* foi registrado forrageando à noite, enquanto vasculhava a serrapilheira.

A grande quantidade de possíveis abrigos, como árvores caídas, serrapilheira espessa e matacões, podem dificultar a visualização de serpentes (*e.g.*, PONTES; ROCHA, 2008; CARDOSO *et al.*, 2009; MARQUES *et al.*, 2019). Por exemplo, um indivíduo de *Leptodeira annulata* foi coletado em noite chuvosa, na base de uma árvore morta, com parte do corpo oculto entre as raízes.

Foi observado que as serpentes *Thamnodynastes nattereri* e *Erythrolamprus miliaris* parecem ser atraídas para as poças reprodutivas de anuros, devido à presença frequente dos animais nesses locais, como: *Physalaemus signifer*, *Dendropsophus minutus* e *Boana faber*; sendo também observado em outros estudos (PONTES *et al.*, 2015).

Salientamos a importância da fiscalização, principalmente dentro da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, onde fica a maior parte da floresta em estágios médio ao avançado de regeneração. Durante este estudo, foram frequentes os encontros com caçadores, banhistas na represa, animais silvestres mortos, vegetação suprimida, grades de proteção destruídas, canos que furtam água para residências e lixo. Frequentemente também foram observadas marcas de pneus de veículos automotores que passaram por cima de poças temporárias, criadouros de muitas espécies de anfíbios.

É importante proteger esse fragmento florestal da EFMA, ainda pouco estudado e frágil, que possui características ímpares no município do Rio de Janeiro e que estão se perdendo. Devendo-se dar a devida importância para a sua herpetofauna, composta por animais que desempenham um papel fundamental no equilíbrio dos ecossistemas, porém ainda discriminados: as serpentes.

AGRADECIMENTOS

Ao INEA e ao Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica pelas permissões para a realização desta pesquisa. À equipe da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, como seguranças, bombeiros civis, recepcionistas e demais membros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA-GOMES, M.; SIQUEIRA, C. C.; BORGES-JUNIOR, N. T.; VRICIBRADIC, D.; FUSINATTO, L. A.; ROCHA, C. F. D. Herpetofauna of the Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA) and its surrounding areas, in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 14, n. 3, pp. 1–15, 2014.

AMARAL, A. **Serpentes do Brasil** – Iconografia colorida. São Paulo, Ed. Melhoramentos, 247 p., 1978.

ARGÔLO A. J. S. **As Serpentes dos Cacauais do Sudeste da Bahia**. Ilhéus: Editus, 260 p., 2004.

BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; ALVES, M. A. S.; VAN SLUYS, M. (Ed.). **A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 166 p., 2000.

BERNARDE, P. S.; TURCI, L. C. B.; MACHADO, R. A. **Serpentes do Alto Juruá, Acre** – Amazônia brasileira. 1ª. Ed. Rio Branco: Edufac, v. 1, 165 p., 2017.

BRASIL. Portaria nº 444 de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, v. 245, pp. 121–126, 2014.

CARDOSO, J. L. C.; FRANÇA, F. O. S.; WEN, F. H.; MALAQUE, C. M. S.; HADDAD Jr, V. **Animais peçonhentos no Brasil: Biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. 2ª Edição. São Paulo: Sarvier, 2009.

CARDOSO, S. R. T.; ROCHA, M. M. T.; PUORTO, G. *Elapomorphus quinquelineatus* (Raddi's Lizard-eating Snake). Reproduction. **Herpetological Review**, v. 32, n. 4, pp. 262–263, 2001.

CASTRO, P. F. (Org.) **Atlas das unidades de conservação do estado do Rio de Janeiro**, 2ª Edição. São Paulo, Metalivros, 172 p. 2015.

CECHIM, S. Z.; MARTINS, M. Eficiência de armadilhas de queda (*pitfall traps*) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, n. 3, pp. 729–740, 2000.

COSTA, H. C.; GUEDES, T. B.; BÉRNILS, R. S. Lista de répteis do Brasil: padrões e tendências. **Herpetologia Brasileira** v. 10, n. 3, pp. 110–279, 2021.

COSTA, V. C. **Propostas de Manejo e Planejamento Ambiental de Trilhas Ecoturísticas: Um estudo no Maciço da Pedra Branca, Município do Rio de Janeiro (RJ)**, UFRJ, 2006. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 2006.

DI MAIO, F. R.; SILVA, M. B. R. **Espécies ameaçadas de extinção no município do Rio de Janeiro: flora e fauna**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro, 68 p., 2000.

DUELLMAN, W. E. **Cusco Amazônico** – The lives of amphibians and reptiles in an Amazon Rainforest. Cornell University Press, Ithaca, 433 p., 2005.

FERNANDES, H. A. C. **Dinâmica e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica**. 1998. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 148 f., 1998.

FIOCRUZ. **Diagnóstico urbanístico do Setor 1 da Colônia Juliano Moreira**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; 2004a.

FIOCRUZ. **Relatório ambiental do Setor 1 da Colônia Juliano Moreira**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; 2004b.

FORLANI, M. C.; BERNARDO, P. H.; HADDAD, C. F. B.; ZAHER, H. Herpetofauna do Parque Estadual Carlos Botelho, São Paulo, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, pp. 265–308, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php>. Acesso em: 27 fev. 2020.

FREITAS, M. A. **Serpentes brasileiras**. Lauro de Freitas: Edição do Autor, 2003, 161 p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da Mata Atlântica**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/>. Acesso em: 08 jan., 2020.

GASTON K. J.; FULLER, R. A. Commonness, population depletion and conservation biology. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 23, n. 1, pp. 14–19, 2007.

GONÇALVES, M. A. P. L.; AGUIAR, F. V. O.; CAMARGO, J. V. C.; BARROS-FILHO, J. D.; SILVA, S. P. C. E. Levantamento preliminar da fauna de répteis do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. *In*: CRONENBERGER, Cecília; CASTRO, Ernesto B. Viveiros de (Org.). **Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos**. ICMBio, IBAMA, 2007.

GREENE, H. W. **Snakes: the evolution of mystery in nature**. Los Angeles, USA: University California Press, 351 p., 1997.

HADDAD, C. F. B. Biodiversidade de anfíbios do Estado de São Paulo. *In*: Castro, R. M. C. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX**. FAPESP, São Paulo, Brasil, pp. 15–26, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa da vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. **Resolução INEA nº 74**. Plano de manejo do Parque Estadual da Pedra Branca, 02 de julho de 2013.

LEITÃO-DE-ARAÚJO, M. Notas sobre ovos de serpentes (Boidae, Colubridae, Elapidae e Viperidae). **Iheringia Série Zoologia**, v. 51. pp. 9–37, 1978.

LEONEL, C. **Intervales**. Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo. São Paulo: Fundação Florestal, 240 p., 2001.

LOEBMANN, D.; HADDAD, C. F. B. Anfíbios e répteis de uma área altamente diversificada do domínio Caatinga: implicações na composição e conservação. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, pp. 227–256, 2010.

MARQUES, O. A. V.; ETEROVIC, A.; SAZIMA, I. **Serpentes da Mata Atlântica**: Guia ilustrado para as florestas costeiras do Brasil. Cotia, SP: Editora PONTO A, 319, p. 2019.

MARQUES, O. A. V.; SAZIMA, I. História natural dos répteis da Estação Ecológica Juréia-Itatins. In: MARQUES, O. A. V. & DULEBA, W. (Ed.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins**. Ambiente físico, flora e fauna. Holos Editora Ltda., pp. 257–277, 2004.

MARTINS, M.; OLIVEIRA, M. E. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonian, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 6, pp. 78–150, 1998.

McDIARMID, R. W.; FOSTER, N. S.; CUYER, C.; GIBBONS, J. W.; CHERNOFF, N (Ed.). **Reptile biodiversity**: Standard methods for inventory and monitoring. University of California Press, 424 p., 2012.

MESQUITA, P. C. M. D.; PASSOS, D. C.; BORGES-NOJOSA, D. M.; CECHIN, S. Z. Ecologia e história natural das serpentes de uma área de Caatinga no nordeste brasileiro. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 53, n. 8, pp. 99–113, 2013.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. A. B. **Hotspots revisited**: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Conservation International. 432 p., 2005.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 2000; 403: 853–858.

NOGUEIRA, C. C.; ARGÔLO, A. J. S.; ARZAMENDIA, V.; AZEVEDO, J. A.; BARBO, F. E.; BÉRNILS, R. S.; BOLOCHIO, B. E.; BORGES-MARTINS, M.; BRASIL-GODINHO, M.; BRAZ, H.; BUONONATO, M. A.; CISNEROS-HEREDIA, D. F.; COLLI, G. R.; COSTA, H. C.; FRANCO, F. L.; GIRAUDO, A.; GONZALEZ, R. C.; GUEDES, T.; HOOGMOED, M. S.; MARQUES, O. A. V.; MONTINGELLI, G. G.; PASSOS, P.; PRUDENTE, A. L. C.; RIVAS, G. A.; SANCHEZ, P. M.; SERRANO, F. C.; SILVA JR, N. J.; STRÜSSMANN, C.; VIEIRA-ALENCAR, J. P. S.; ZAHER, H.; SAWAYA, R. J.; MARTINS, M. Atlas of Brazilian Snakes: verified point-locality maps to mitigate the Wallacean shortfall in a megadiverse snake fauna. **South American Journal of Herpetology** v. 14 (Special Issue 1), pp. 1–274, 2019. Disponível em: <http://doi.org/10.2994/SAJH-D-19-00120.1>. Acesso em: 02 mar. 2022.

OLIVEIRA, R. R.; ZAÚ, A. S.; SILVA, M. B. R.; VIANNA, M. C.; SODRÉ, D. O.; SAMPAIO, P. D. Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**, v.1, pp. 523–541, 1995.

PARMELEE, J. R.; FITCH, H. S. An experiment with artificial shelters for snakes: effects of material age and surface preparation. **Herpetological Natural History Journal**, v. 3, n. 2, pp. 187–191, 1995.

PETERS, J. A.; OREJAS-MIRANDA, B. Catalogue of the Neotropical Squamata part I. Snakes. **United States National Museum Bulletin**, v. 297: n. i–viii, pp. 1–347, 1970.

PIZZATTO, L.; CANTOR, M.; OLIVEIRA, J. L.; MARQUES, O. A. V.; CAPOVILLA, V.; MARTINS, M. Reproductive Ecology of Dipsadine Snakes, With Emphasis on South American Species. **Herpetologica**, v. 64, n. 2, pp. 168–179, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1655/07-031.1>.

PIZZATTO, L.; MARQUES, O. A. V. Interpopulational variation in sexual dimorphism, reproductive output, and parasitism in *Liophis miliaris* (Colubridae) in the Atlantic Forest in Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v.27: 37–46. 2006.

PONTES, J. A. L.; PONTES, R. C.; ROCHA, C. F. D. The snake community of Serra do Mendanha, in Rio de Janeiro state, southeastern Brazil: composition, abundance, richness and diversity in areas with different conservation degrees. **Brazilian Journal of Biology**, v. 3, n. 69, pp. 795–804, 2009b.

PONTES, J. A. L.; PONTES, R. C.; ROCHA, R. F.; LINDENBERG, P. M.; SILVA, K. P.; SANTOS, W. A.; LEMOS, N. A.; HASSAN, P. G. A.; ALVES, A. O.; LOPES, L. F. B. A.; PERRO, L. C. T.; BOLDRINI, A. P.; NUNES, E. C. F.; COSTA, L. F.; KISLING, R. W.; ROCHA, C. F. D. Unidades de conservação da Cidade do Rio de Janeiro: Hotspots da herpetofauna carioca. In: PONTES, J. A. L. (Org.). **Biodiversidade carioca: segredos revelados**. Rio de Janeiro: Technical Books, pp. 176–194, 361 p., 2015.

PONTES, J. A. L.; ROCHA, C. F. D. **Serpentes da Serra do Mendanha, Rio de Janeiro, RJ**: Ecologia e conservação. Rio de Janeiro: Technical Books, 2008, 147 p.

PONTES, R. C.; KISLING, R. W.; BARCELOS, G. S.; PONTES, J. A. L. Riqueza de répteis da Serra da Tiririca e entorno, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. In: **CD: IV Congresso Brasileiro de Herpetologia**, Pirenópolis, GO, 2009a.

PORTO, M.; FERNANDES, R. Variation and natural history of the snail-eating snake *Dipsas neivai* (Colubridae, Xenodontinae). **Journal of Herpetology** v. 30, n. 2, pp. 269–271, 1996.

REGIO, L. E. M. **As serpentes do Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores. (em fase de conclusão), 2021.

REGIO, L. E. M.; PONTES, J. A. L. First record of *Dipsas variegata* (Duméril, Bibron & Duméril, 1854) (Serpentes, Dipsadidae), from the state of Rio de Janeiro, **Check List Journal**, v. 16, n. 6, pp. 1531–1535, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15560/16.6.1531>. Acesso em: 03 jan. 2021.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. V. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas de Mata Atlântica**. São Carlos: RiMa, 2003, 146 p.

ROCHA, C. F. D.; TELLES, F. B. da S.; VRCIBRADIC, D.; NOGUEIRA-COSTA, P. The Herpetofauna from Ilha Grande (Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil): updating species composition, richness, distribution and endemisms. **Papéis Avulsos de Zoologia**, [S. l.], v. 58, p. e20185825, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paz/article/view/142040>. Acesso em: 28 dez. 2020.

ROCHA, M. M. T.; FURTADO, M. F. D. Análise das atividades biológicas dos venenos de *Philodryas olfersi* (Lichtenstein) e *Philodryas patagonensis* (Girard) (Serpentes Colubridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, pp. 410–418, 2007.

RODRIGUES, M. G. **Ecomorfologia e uso de recursos das espécies de Chironius (Serpentes, Colubridae) na Serra do Mar**. 2007. 76 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/87624>. Acesso em: 02 fev. 2020.

SALLES, R. O. L.; WEBER, L. N.; SILVA-SOARES, T. Reptiles, Squamata, Parque Natural Municipal da Taquara, municipality of Duque de Caxias, state of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. **Check List Journal**, v. 6, n. 2, pp. 280–286, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.15560/6.2.280>. Acesso em: 04 mai. 2020.

SALOMÃO, E. L.; DI BERNARDO, M. *Philodryas olfersi*: uma cobra comum que mata. Caso registrado na área da 8ª Delegacia Regional de Saúde. Arquivos da Sociedade Brasileira de Zoologia, p. 21, 1995.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da Mata Atlântica 2019**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/iniciativa/atlas-da-mata-atlantica/>. Acesso em 18 jan. 2021, 2019a.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório anual 2019**. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/11/Relat%C3%B3rio-Anual-2019-SOS-Mata-Atl%C3%A2ntica.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2021, 2019b.

TAVARES, J. A. **Diversidade de pequenos mamíferos da estação biológica Fiocruz Mata Atlântica**. Dissertação de Mestrado, Instituto Oswaldo Cruz, Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, 117 f. il. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/cict/39810/jonatas_tavares_ioc_mest_2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Acesso em: 18 jan., 2018.

TEIXEIRA, R. L. Aspectos ecológicos de *Gymnodactylus darwinii* (Sauria: Gekkonidae) em Pontal do Ipiranga, Linhares, Espírito Santo, sudeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 14, pp. 21–31, 2002.

VANZOLINI, P. E.; RAMOS-COSTA, A. M. M.; VITT, L. J. **Répteis das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1980, 161 p.

VRCIBRADIC, D.; ROCHA, C. F. D.; KIEFER, M. C.; HATANO, F. H.; FONTES, A. F.; ALMEIDA-GOMES, M.; SIQUEIRA, C. C.; PONTES, J. A. L.; BORGES-JÚNIOR, V. N. T.; GIL, L. O.; KLAION, T.; RUBIÃO, E. C. N.; VAN SLUYS, M. Herpetofauna, Estação Ecológica Estadual do Paraíso, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. **Check List Journal**, v. 7, n. 6, pp. 745–749, 2011.

COMUNIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS NÃO VOADORES E SEUS HELMINTOS

Data de aceite: 13/03/2023

Rosana Gentile

Laboratório de Biologia e Parasitologia
de Mamíferos Silvestres Reservatórios,
Instituto Oswaldo Cruz, Fundação
Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Sócrates F. Costa-Neto

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz da
Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Programa de Pós-doutorado Júnior,
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil

Raquel G. Boullosa

Laboratório de Biologia e Parasitologia
de Mamíferos Silvestres Reservatórios,
Instituto Oswaldo Cruz, Fundação
Oswaldo Cruz
Programa de Pós-Graduação em
Biodiversidade e Saúde, Instituto Oswaldo
Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de
Janeiro, RJ, Brasil

Thiago S. Cardoso

Laboratório de Biologia e Parasitologia
de Mamíferos Silvestres Reservatórios,
Instituto Oswaldo Cruz, Fundação
Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Programa de Pós-Doutorado Nota 10,
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

(FAPERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Arnaldo Maldonado Jr.

Laboratório de Biologia e Parasitologia
de Mamíferos Silvestres Reservatórios,
Instituto Oswaldo Cruz, Fundação
Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: O monitoramento de pequenos mamíferos silvestres é de grande importância em saúde pública, especialmente em áreas próximas a centros urbanos, uma vez que esses animais podem atuar como reservatórios de patógenos zoonóticos ou como hospedeiros de parasitos de importância médico-veterinária. Os objetivos deste trabalho foram conhecer a comunidade de pequenos mamíferos e seus helmintos em diferentes áreas do Maciço da Pedra Branca, incluindo a Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Foram realizadas oito amostragens de 2012 a 2015 em diferentes tipos de habitat, representando áreas de mata preservada, áreas de transição entre os ambientes silvestres e urbanos e áreas de peridomicílio. Foram capturadas sete espécies de pequenos mamíferos: os marsupiais *Didelphis aurita*, *Metachirus myosurus*, *Marmosa paraguayana* e *Monodelphis americana*;

e os roedores *Akodon cursor*, *Oligoryzomys nigripes*, além do roedor sinantrópico *Rattus rattus*. *D. aurita* foi a única espécie que esteve presente em todas as amostragens, sendo a mais abundante. Deste modo, foi utilizada como espécie-alvo para o estudo da interação parasito-hospedeiro. Foram encontradas 13 espécies de helmintos em *D. aurita*, sendo a espécie relatada como novo hospedeiro para os nematoides *Globocephalus marsupialis* e *Trichuris didelphis*. A alta abundância de *D. aurita* e a baixa riqueza de espécies de pequenos mamíferos encontrada indicaram que a degradação ambiental dessas áreas de interface de ambiente urbano-silvestre possa estar reduzindo a riqueza de espécies. A maior abundância de pequenos mamíferos nas áreas mais perturbadas sugere o aumento de fatores favoráveis à ocorrência de espécies generalistas, como *D. aurita*, sinantrópicas, como *R. rattus*, e oportunistas, como *A. cursor* e *O. nigripes*, reconhecidas como reservatórios de diversos patógenos zoonóticos.

PALAVRAS-CHAVE: Didelphimorphia, Ecologia, Habitat, Parasitismo, Rodentia.

INTRODUÇÃO

A degradação de áreas naturais, como as florestas tropicais, tem levado a perdas de espécies e, com isso, modificado os padrões e processos ecológicos relacionados à biodiversidade. Dentre as consequências desse processo de degradação, têm sido constatadas alterações nas interações ecológicas e o surgimento de ambientes favoráveis à ocorrência de espécies que comumente atuam como vetores ou hospedeiros de parasitos. Esses fatores podem resultar em novas interações interespecíficas, favorecendo a transmissão de parasitos ao ser humano (GENTILE; D'ANDREA, 2016). Com isso, as alterações nos ambientes silvestres podem permitir a ocorrência, dispersão, manutenção ou novos estabelecimentos de focos naturais de parasitos (PAVLOVSKY, 1966), possibilitando ou aumentando a presença destes em áreas domiciliares, periurbanas ou rurais. Assim como as espécies de vida livre, os parasitos também podem sofrer influência das perturbações nos ecossistemas naturais, o que pode alterar suas ocorrências e distribuições, sendo algumas espécies favorecidas pelas alterações ambientais.

Os parasitos têm um papel fundamental na dinâmica dos ecossistemas. Eles podem afetar a sobrevivência e fecundidade de seus hospedeiros, alterar ou regular seus tamanhos populacionais, contribuir para a estruturação das comunidades e interferir nas interações ecológicas (POULIN, 2007). Esses processos podem influenciar um ecossistema inteiro, causando efeitos cascata, ou podem atuar no cenário de processos evolutivos, promovendo especiação ou extinção (COMBES, 1996).

Dentre uma ampla variedade de espécies que atuam em ciclos de zoonoses, os pequenos mamíferos não-voadores (roedores e marsupiais até 3Kg) representam um grupo de grande interesse em saúde, pois muitas espécies são apontadas como reservatórios naturais de parasitos que afetam o ser humano (HAN *et al.*, 2016). O monitoramento das populações desses animais contribui não apenas para um melhor conhecimento

da biodiversidade, mas também para a compreensão de sua participação em ciclos de zoonoses e de parasitos de importância veterinária. Tais monitoramentos visam a entender o papel desses animais como hospedeiros ou reservatórios de parasitos. Além disso, são essenciais para se compreender os mecanismos de transbordamento (*spillover*) de parasitos, que ocorre quando um parasito de uma população de um certo hospedeiro reservatório passa a ocorrer em uma nova espécie de hospedeiro. Cabe acrescentar que estudos sobre os fatores abióticos e as relações entre as espécies de um dado sistema envolvidas na dinâmica de transmissão dos parasitos também são essenciais para a compreensão dos mecanismos de transmissão desses parasitos e dos focos naturais das doenças transmissíveis (PAVLOVSKY, 1966).

Apesar da importância epidemiológica dos pequenos mamíferos, os projetos de pesquisa que envolvem ecologia animal não costumam abordar o fenômeno parasitismo, havendo um menor enfoque para os estudos de comunidades de parasitos quando comparados aos estudos de organismos de vida livre (GÓMEZ; NICHOLS, 2013). Interações ecológicas parasito-hospedeiro na fauna silvestre são pouco investigadas, sendo estudos nessa temática relativamente recentes (POULIN, 2007).

Os conhecimentos sobre a biodiversidade e os aspectos ecológicos e evolutivos das interações entre as espécies biológicas nos ambientes naturais e antropizados estão inseridos no conceito de Saúde Única. Esse conceito constitui uma visão inclusiva dos problemas de saúde, que englobam não apenas as questões diretamente ligadas à saúde pública, mas também aos aspectos da biodiversidade e das funções ecossistêmicas, e integra aspectos da saúde ambiental, humana e animal, incluindo o papel dos animais silvestres e domésticos nos ciclos de zoonoses. A atual pandemia de COVID-19, causada pelo SARS-CoV-2, de origem zoonótica, é um exemplo da necessidade de se integrar saúde animal e ambiental com a saúde humana no âmbito da saúde pública.

Dentro deste contexto, desde 2012 o Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios (LABPMR) do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/FIOCRUZ) vem desenvolvendo, em parceria com uma rede de laboratórios e instituições colaboradoras, um projeto intitulado “Estudos taxonômicos, ecológicos, genéticos e parasitológicos sobre mamíferos reservatórios de zoonoses de importância para a saúde pública em um mosaico de ocupação antrópica no Campus Fiocruz da Mata Atlântica e áreas adjacentes, RJ”, abrangendo a recentemente criada Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA). Este projeto tem como objetivos principais conhecer a diversidade e analisar a dinâmica populacional, a estrutura de comunidades e o parasitismo dos pequenos mamíferos silvestres não-voadores em áreas do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) e da EFMA, a fim de se compreender a participação dos pequenos mamíferos em ciclos de transmissão de parasitos e de agentes zoonóticos, dentro do conceito de Saúde Única. O projeto apresentou diversas etapas e continua em andamento com um programa de monitoramento dos pequenos mamíferos silvestres e seus parasitos. O projeto vem sendo executado pelo

LABPMR em parceria com uma rede de laboratórios e instituições colaboradoras por meio de apoio na realização das amostragens, bem como na análise e diagnóstico de parasitos em diversos tipos de amostras coletadas neste monitoramento. As principais parcerias da rede de colaboração foram estabelecidas com a Área de Saúde Ambiental da Fiocruz Mata Atlântica (Presidência/Fiocruz), com os Laboratórios de Hantavírus e Rickettsioses, Biologia de Tripanosomatídeos, Estudos Integrados em Protozoologia e Toxinologia, todos do IOC/FIOCRUZ, com o Laboratório de Pesquisa Clínica em Dermatozoonoses em Animais Domésticos do Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas (INI/FIOCRUZ), com o Departamento de Parasitologia Veterinária do Instituto de Veterinária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (IV/UFRRJ), dentre outras.

Resultados relacionados à ecologia de populações e de comunidades de pequenos mamíferos e ao parasitismo por helmintos nesta área de estudo foram parcialmente publicados em artigos científicos pelo LABPMR (COSTA-NETO *et al.*, 2016; CASTRO *et al.*, 2017; GENTILE *et al.*, 2018; COSTA-NETO *et al.*, 2019), e utilizados em monografias (LOBO, 2016; CASTRO, 2015) e em dissertação e tese de pós-graduação (COSTA-NETO, 2017; TAVARES, 2018). Neste capítulo, serão apresentados os principais resultados e conclusões sobre a ecologia de comunidade dos pequenos mamíferos não-voadores e os aspectos parasitológicos e ecológicos dos helmintos de uma espécie-alvo referente ao período de 2012 a 2015, incluindo novas análises e abordagens ecológicas não publicadas.

Os objetivos deste trabalho foram:

- 1) Caracterizar a diversidade e a estrutura das comunidades de pequenos mamíferos na área de estudo, considerando-se ambientes silvestres, peridomiciliares e de transição entre os ambientes silvestre e urbano.
- 2) Caracterizar o habitat de cada área amostrada quanto à heterogeneidade e avaliar a influência desta na abundância e riqueza das espécies de mamíferos.
- 3) Caracterizar a diversidade e a estrutura da comunidade de helmintos de uma espécie-alvo de hospedeiro na área de estudo e estimar suas taxas de abundância, intensidade e prevalência.

METODOLOGIA

Áreas de estudo

O projeto foi desenvolvido nas áreas da EFMA e arredores, englobando áreas do PEPB, sede Pau-da-Fome, no município do Rio de Janeiro, RJ. As amostragens foram feitas em diferentes tipos de habitat na EFMA e no PEPB (**Figura 1**; GENTILE *et al.*, 2018). Áreas de peridomicílio foram amostradas na EFMA (22°56'18" S, 43°24'11" O; **Figura 2**) e na sede Pau-da-Fome do PEPB (22°55'57" S 43°26'34" O). Áreas de transição entre os ambientes de peridomicílio e florestais foram amostradas somente na EFMA (22°56'29" S 43°24'25" O (**Figura 3**). Áreas de mata preservada foram amostradas na EFMA (22°56'45"

S 43°25'00" O; **Figura 4**) e na sede Pau-da-Fome do PEPB (22°55' 57" S, 43°26'36"O).

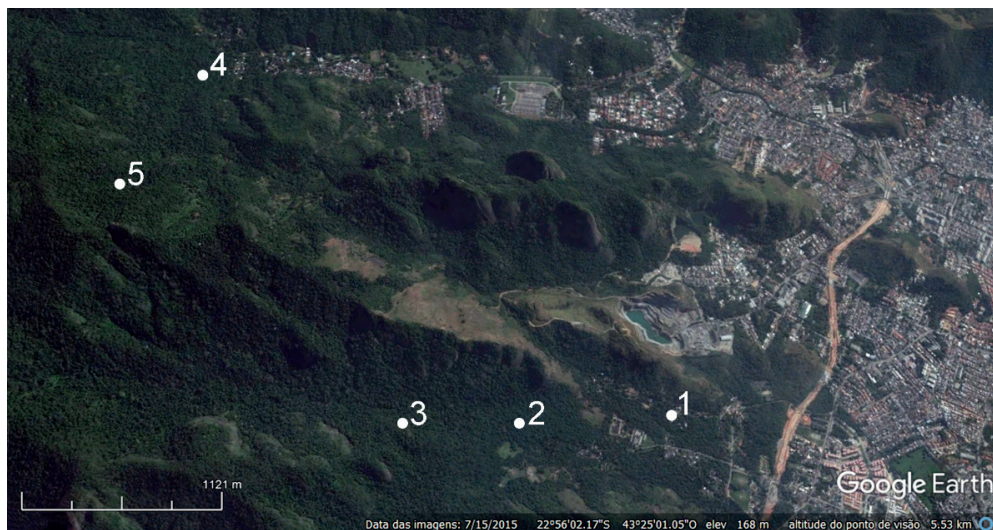


Figura 1. Área de estudo indicando os ambientes amostrados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA; pontos 1 [peridomicílio], 2 [Transição], 3 [Mata]) e Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB; pontos 4 [peridomicílio], 5 [mata]), Rio de Janeiro, RJ, entre julho de 2012 a abril de 2015.



Figura 2. Área de peridomicílio na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro, RJ. Fonte: Acervo LABPMR; autora: Carla Macabu. Ano: 2016.



Figura 3. Área de transição entre ambientes urbano e silvestre na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro, RJ. Fonte: Acervo LABPMR; autora: Carla Macabu. Ano: 2016.



Figura 4. Área de mata preservada na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro, RJ. Fonte: Acervo LABPMR; autora: Carla Macabu. Ano: 2016.

As áreas de mata preservadas encontravam-se em locais distantes em aproximadamente 1 km das habitações humanas e, em grande parte, próximas ou acima da cota de 100 m de altitude, o que define o limite inferior do PEPB. Essas áreas apresentaram altura de dossel variando de 10 a 40 m e relevo irregular variando de plano a íngreme. As áreas de transição englobaram florestas perturbadas em processo de

regeneração com vegetação em diferentes estágios de sucessão ecológica. Essas áreas situavam-se entre as áreas de peridomicílio e a mata preservada, apresentando altura de dossel de 6 a 20 m e relevo plano. As áreas de peridomicílio localizavam-se nos quintais das casas de moradores da localidade, e apresentavam dossel baixo variando de 6 a 15 m, predominância de arbustos e pequenas árvores, presença de áreas alagadas e relevo variando de plano a moderado. Em todas as áreas, o sub-bosque variou de esparso a semiaberto. O clima da região é mesotérmico úmido, com verões quentes e chuvosos e invernos amenos (AYOADE, 1986).

Métodos de campo

As amostragens feitas na EFMA e arredores foram realizadas de julho de 2012 a abril de 2014, a cada quatro meses nos três tipos de habitat. As coletas feitas na sede Pau-da-Fome do PEPB foram realizadas em novembro de 2014 e abril de 2015 no habitat de peridomicílio e de mata.

Foram estabelecidos transectos lineares de captura de pequenos mamíferos de vinte pontos cada, sendo dois transectos por tipo de habitat, tanto na EFMA quanto no PEPB. Os pontos eram equidistantes em 15 m e em cada ponto foram colocadas duas armadilhas para captura de pequenos mamíferos no solo, sendo uma Sherman® (7,62 cm x 9,53 cm x 30,48 cm) e uma Tomahawk® (40,64 cm x 12,70 cm x 12,70 cm), apropriadas para captura de animais vivos com até 3 Kg. Cada campanha de coleta teve duração de cinco noites de capturas consecutivas. A isca utilizada foi uma mistura composta de toucinho defumado, aveia, banana e pasta de amendoim. O esforço total de captura foi de 4.240 armadilhas-noite.

Os animais capturados foram anestesiados e sofreram eutanásia para coletas de amostras de sangue, de tecidos e órgãos, e de helmintos. Todos os animais tiveram seus dados bionômicos coletados (idade, sexo, atividade reprodutiva, massa corpórea, tamanho do corpo e cauda). Esses procedimentos foram feitos em uma base laboratorial de campo dentro da EFMA. Animais jovens, fêmeas grávidas ou lactantes e animais excedentes à cota das licenças de coleta foram marcados com brincos numerados e soltos em seus respectivos pontos de captura. Todos os animais removidos foram taxidermizados e depositados como material testemunho na coleção científica do Departamento de Vertebrados do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (**Figura 5**).

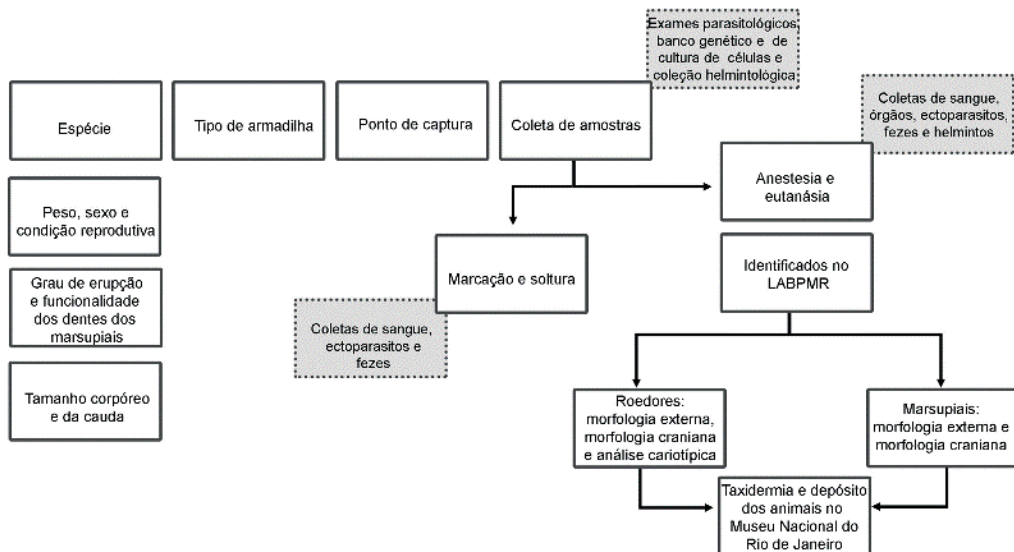


Figura 5. Procedimentos de coleta de pequenos mamíferos e seus helmintos realizados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica e Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, RJ, entre julho de 2012 a abril de 2015.

Sempre que possível, os indivíduos foram identificados pela morfologia externa em campo. Alguns marsupiais foram identificados em laboratório por meio de morfologia craniana. As espécies de roedores dos gêneros *Akodon* e *Oligoryzomys* foram identificadas por contagem cromossômica.

Os animais foram capturados com autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, licença número 13.373) e do Instituto Ambiental do estado do Rio de Janeiro (INEA, licença número 020/2011). Todos os procedimentos seguiram as orientações para captura, manejo e cuidados com os animais do Comitê de Ética em Uso de Animais da Fundação Oswaldo Cruz (CEUA, licenças L-049/08, LW-81/12, e LW-39/14). Todos os procedimentos com os animais foram realizados no campo de acordo com normas de biossegurança nível 3.

Estudo do habitat

Variáveis de micro-habitat foram medidas em todas as estações de captura de pequenos mamíferos, somente nas áreas da EFMA (Figura 6). As variáveis foram medidas em dois pontos em cada estação de captura, sendo cada ponto representado por uma das duas armadilhas estabelecidas no solo para a captura de pequenos mamíferos. Em um dos pontos foram tomadas medidas a uma distância de 1,5 m da armadilha, formando-se um raio de 9 m², de acordo com metodologia modificada a partir de Freitas *et al.* (2002). Nove variáveis quantitativas foram medidas: porcentagem da cobertura da vegetação no solo

(CVS), porcentagem de folhagem (FOL), porcentagem de solo exposto (SOL), porcentagem de rochas (ROC), porcentagem de cobertura do dossel (DOS), altura do dossel (ALT), número de árvores com diâmetro na altura do peito ≥ 5 (ARV), número de troncos caídos (TRO) e porcentagem de obstrução vertical da vegetação na altura de 50 cm a 1 m (OVV).



Figura 6. Medição de variáveis de micro-habitat na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro, RJ. Acervo LABPMR; autor: Thiago S. Cardoso. Ano: 2019.

Coleta e identificação de helmintos

A coleta dos helmintos foi feita por pesquisa nas cavidades torácica e abdominal e no interior dos órgãos e tecidos, conforme descrito detalhadamente por Costa-Neto (2017). Todos os helmintos recuperados foram colocados em placas de Petri com solução salina (NaCl a 0,85%) e coletados com auxílio de microscópio estereoscópio.

Os helmintos foram fixados em solução de AFA (93 partes de etanol 70%, 5 partes de formol 0,4% e 2 partes de ácido acético 100%) aquecido a 65°C. Parte das amostras foi armazenada em etanol 70% para posteriores análises moleculares. Os trematódeos foram

fixados na mesma solução sob compressão, e os cestoides e acantocéfalos foram mantidos em água destilada para relaxamento da musculatura (AMATO *et al.*, 1991). Alguns dos espécimes de nematoides foram diafanizados com lactofenol ou álcool glicerinado. Alguns dos trematódeos, cestoides e acantocéfalos foram corados com carmim de Langeron ou hematoxilina de Delafield, diferenciada com cloridrato de 0,5% ácido, desidratado em uma série crescente de álcool, diafanizados em salicilato de metila, fixados em bálsamo do Canadá e montados em lâminas de acordo com Amato *et al.* (1991). Posteriormente, os espécimes foram analisados sob microscópio de luz (Axio Scope.A1-Zeiss acoplado a uma câmera digital Axio Cam MRc) para fotomicrografia.

Os espécimes foram contados e identificados com base em seus aspectos morfológicos de acordo com Yamaguti (1963), Schmidt (1972), Amin (1985, 2013), Golvan (1994) para acantocéfalos; Travassos (1937), Yamaguti (1961), Chabaud (1975, 1978), Anderson *et al.* (1978), Vicente *et al.* (1997), Anderson *et al.* (2009) para nematoides; Yamaguti (1959), Khalil *et al.* (1994) e Caira & Jensen (2017) para cestoides; e Yamaguti (1958, 1971), Travassos *et al.* (1969), Gibson *et al.* (2002), Jones *et al.* (2005), Bray *et al.* (2008) e Fernandes *et al.* (2015) para trematódeos; além de artigos de descrição e redescrição das espécies relacionadas. Todos os helmintos foram identificados no LABPMR. Exemplares de cada espécie foram depositados como material testemunho na Coleção Helmintológica do IOC/FIOCRUZ.

Análise de dados

Pequenos mamíferos

O sucesso de captura foi calculado como o número de animais capturados dividido pelo total de armadilhas-noite multiplicado por 100. Foi estimada a riqueza de espécies total e por área utilizando-se o estimador Chao-1, uma vez que as amostragens foram padronizadas e atenderam aos pressupostos do método (MAGURRAN, 2004). Foi feita uma curva de acumulação de espécies com o conjunto dos dados (curva do coletor). Foi calculado o índice de equitabilidade de Pielou (MAGURRAN, 2004) para cada área. Esse índice indica como as abundâncias das espécies se distribuem na comunidade. Também foi calculada a beta-diversidade entre as áreas visando a avaliar o grau de similaridade entre áreas em relação à composição e à abundância de espécies na comunidade, de acordo com o método de Baselga (2017). Foram calculados os componentes da beta-diversidade (*nestedness* - perda de espécies e *turnover* - substituição de espécies) que indicam se há mais substituição ou perda de espécies ou indivíduos entre sítios ao longo do gradiente ambiental, neste caso, as áreas de estudo. Nesta análise, quando os sítios não apresentam espécies em comum, o componente de substituição resulta em um valor máximo de um e o componente de perda de espécies resulta em um valor mínimo de zero (BASELGA, 2017).

As variáveis de habitat quantitativas foram transformadas em uma unidade de área

padrão, de acordo com Cerqueira & Freitas (1999). Posteriormente, foram calculados índices de heterogeneidade do habitat para cada transecto de acordo com Paglia *et al.* (1995) utilizando-se as variáveis CVS, FOL, ROC, DOS, ALT, ARV e TRO, que foram pré-selecionadas por não serem colineares. Esse índice foi correlacionado com a riqueza e a abundância de espécies encontrada em cada transecto por meio de Correlação de Pearson, dada a normalidade dos dados. Esta foi testada utilizando-se o método de Shapiro-Wilk.

Helmintos

A espécie-alvo *D. aurita* foi utilizada como modelo para o estudo da interação parasito-hospedeiro. Foram calculadas para cada espécie de helminto encontrada nesse marsupial a abundância média, a intensidade média e a prevalência de acordo com Bush *et al.* (1997). Foi analisada a estrutura da metacomunidade em relação às infracomunidades, utilizando-se a Análise de Estrutura de Metacomunidades de acordo com Leibold & Mikkelsen (2002) e Presley *et al.* (2010).

A curva de acumulação de espécies e o estimador de riqueza Chao-1 foram feitos no pacote vegan (OKSANEN *et al.*, 2020), o teste de Shapiro-Wilk foi realizado no pacote stats (R CORE TEAM, 2020), a correlação de Pearson foi realizada no pacote Hmisc (HARRELL JR. *et al.*, 2020) e a beta-diversidade foi realizada no pacote betapart (BASELGA *et al.*, 2018), todos no software R versão 4.0.2 (R CORE TEAM, 2020). A equitabilidade de Pielou foi calculada no software Past versão 3.08 (HAMMER *et al.*, 2001). A análise da estrutura da metacomunidade foi feita no Software MATLAB R2017B (THE MATHWORKS Inc., 2017) utilizando-se o script de EMS escrito por C. L. Higgins e disponível em <http://faculty.tarleton.edu/higgins/metacommunity-structure.html>. O nível de significância foi de 5% em todas as análises.

RESULTADOS

Pequenos mamíferos

Foram capturadas sete espécies de pequenos mamíferos, sendo quatro marsupiais: *Didelphis aurita* (**Figura 7**), *Metachirus myosurus* (TEMMINCK, 1824), *Marmosa paraguayana* (TATE, 1931) e *Monodelphis americana* (MÜLLER, 1776) (Didelphimorphia, Didelphidae), e três roedores: *Akodon cursor* (WINGE, 1887), *Oligoryzomys nigripes* (OLFERS, 1818) (Rodentia, Sigmodontinae) e o roedor sinantrópico *Rattus rattus* (LINNAEUS, 1758) (Rodentia, Muridae). O sucesso de captura total do estudo foi de 2,73%. O sucesso de captura por área foi de 4,41% no peridomicílio, 2,66% na transição e 1,11% na mata. A espécie mais abundante entre os marsupiais capturados foi *D. aurita*. Foi observado um baixo número de indivíduos capturados para as demais espécies (Tabela 1). *D. aurita* foi a única espécie que esteve presente em todas as coletas. As outras espécies

foram capturadas ocasionalmente, sendo que *M. myosurus* foi representada por um único indivíduo. A curva de acumulação de espécies indicou suficiência amostral para o conjunto das áreas estabilizando após cinco coletas (**Figura 8**). A riqueza de espécies esperada total não diferiu da observada (7 espécies, Erro Padrão = 0,23).



Figura 7. *Didelphis aurita* (WIED-NEUWIED, 1826) (Didelphimorphia: Didelphidae). Fonte: Acervo LABPMR; autor: Sócrates F. Costa-Neto. Ano: 2013.

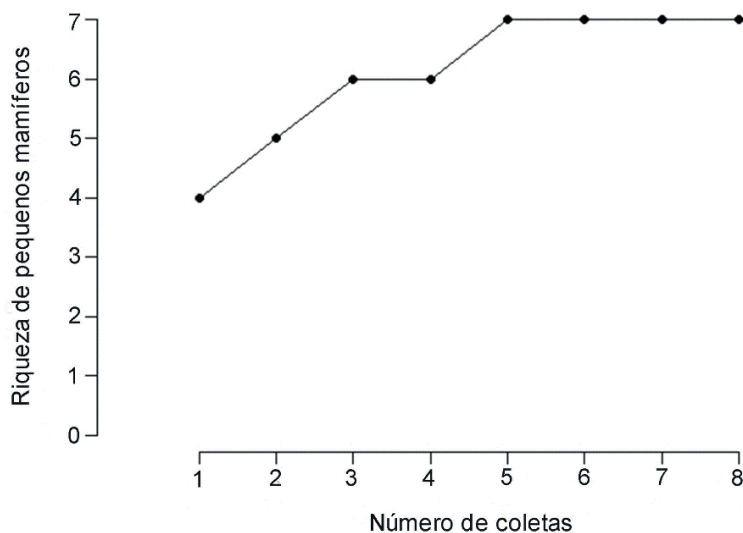


Figura 8. Curva de acumulação de espécies de pequenos mamíferos capturados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica e Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, RJ, entre julho de 2012 e abril de 2015.

A riqueza de espécies pouco variou entre áreas, sendo cinco espécies encontradas no peridomicílio e quatro na área de transição e na mata, incluindo-se o roedor sinantrópico nas duas primeiras áreas (Tabela 1). Ressalta-se a ocorrência de apenas um indivíduo de *M. myosurus* na área de transição e da espécie *M. americana* apenas na área de mata. A riqueza estimada diferiu da observada somente para a transição, contudo a riqueza observada estava dentro do intervalo de confiança da esperada (Tabela 2). Todas as sete espécies foram capturadas na EFMA e arredores. Apenas *D. aurita* e *O. nigripes* também foram capturadas na sede Pau-da-Fome do PEPB.

Tabela 1. Espécies e abundância de pequenos mamíferos coletados por área, entre julho de 2012 e abril de 2015 na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica e no Parque Estadual da Pedra Branca sede Pau-da-Fome, Rio de Janeiro, RJ.

Espécie	Áreas		
	Peridomicílio	Transição	Mata Preservada
<i>Didelphis aurita</i>	51	28	11
<i>Metachirus myosurus</i>	0	1	0
<i>Marmosa paraguayana</i>	1	0	3
<i>Monodelphis americana</i>	0	0	2
<i>Akodon cursor</i>	7	0	0
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	3	1	1
<i>Rattus rattus</i>	5	2	0

A equitabilidade foi maior para as áreas de mata em relação às outras áreas estudadas (Tabela 2). A beta-diversidade total, ou seja, o grau de variação entre as áreas em relação à diversidade de espécies, foi de 0,58, indicando uma diferenciação moderada entre áreas, sendo 0,19 atribuído à substituição e 0,39 à perda de espécies e indivíduos, comparando-se as três áreas.

Tabela 2. Índices de riqueza de espécies observada (número de espécies), riqueza esperada de acordo com o método de Chao-1 (erro padrão), e equitabilidade (Pielou) dos pequenos mamíferos capturados por área entre julho de 2012 e abril de 2015 na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica e no Parque

Índices \ Áreas	Peridomicílio	Transição	Mata Preservada
Riqueza observada	5	4	4
Riqueza estimada	5 (0,45)	4,5 (1,25)	4 (0,22)
Equitabilidade	0,521	0,369	0,726

Habitat dos pequenos mamíferos

A heterogeneidade do habitat não esteve correlacionada com a riqueza de espécies ($r = 0,28$ $p = 0,59$) ou com a abundância de espécies de pequenos mamíferos ($r = -0,13$, $p = 0,81$) (Tabela 3).

Tabela 3. Índice de heterogeneidade ambiental, riqueza total de espécies e abundância total de espécies de pequenos mamíferos para cada transecto entre julho de 2012 e abril de 2015 na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro, RJ.

Transecto	Heterogeneidade	Riqueza Total	Abundância Total	Área
A	7,52	3	18	Transição
B	4,52	2	14	Transição
C	8,45	3	17	Peridomicílio
D	4,3	4	36	Peridomicílio
E	4,68	1	4	Mata Preservada
F	6,46	4	11	Mata Preservada

Helmintos

Foram encontradas 13 espécies de helmintos em 48 indivíduos analisados. Todos os animais estavam infectados com pelo menos uma espécie de helminto. A abundância média total foi de 237,47 espécimes de helmintos, variando de zero a 2088. A riqueza média de espécies foi de 5,32. Nove espécies encontradas pertenceram ao filo Nematoda: *Aspidodera raillieti* (TRAVASSOS, 1913) (Ascaridida, Aspidoderidae) (**Figura 9A**); *Cruzia tentaculata* (RUDOLPHI, 1819) (TRAVASSOS, 1922) (Ascaridida, Kathlaniidae) (**Figura 9B**); *Trichuris minuta* (RUDOLPHI, 1819) (Trichocephalida, Trichuridae) e *Trichuris didelphis* (BARERO, 1959) (Trichocephalida, Trichuridae) no intestino grosso; *Travassostrongylus orloffii* (TRAVASSOS, 1935) (Rhabditida, Viannaiidae); *Viannaia hamata* (TRAVASSOS, 1914) (Rhabditida, Viannaiidae) e *Globocephalus marsupialis* (FREITAS; LENT, 1936) (Rhabditida, Ancylostomatidae) no intestino delgado; *Heterostrongylus heterostrongylus* (TRAVASSOS, 1925) (Rhabditida, Angiostrongylidae) (**Figura 9C**) nos brônquios e bronquíolos; e *Turgida turgida* (RUDOLPHI, 1819) (TRAVASSOS, 1919) (Spirurida, Physalopteridae) (**Figura 9D**) no estômago. Três espécies do filo Platyhelminthes foram

identificadas: os trematódeos *Duboisella prolobo* (BAER, 1938) (Strigeidida, Strigeidae); *Brachylaima advena* (DUJARDIN, 1843) (Brachylaemiformes, Brachylaimidae) e *Rhopalias coronatus* (RUDOLPHI, 1819) (STILES; HASSALL, 1898) (Plagiorchiida, Rhopaliidae) no intestino delgado. Também foi encontrada uma espécie do filo Acanthocephala no intestino delgado, *Oligacanthorhynchus microcephalus* (RUDOLPHI, 1819) (SCHMIDT, 1972) (Archiacanthocephala, Oligacanthorhynchidae).

As espécies que apresentaram maiores abundâncias e intensidades médias foram *V. hamanta*, *C. tentaculata*, *A. raillieti* e *T. orloffii*. As mais prevalentes foram *T. turgida*, *C. tentaculata*, e *T. orloffii*, cada uma delas infectando mais de 75% dos animais (Tabela 4).

A estrutura da metacomunidade de helmintos, considerando-se as infracomunidades, mostrou-se aleatória (coerência não significativa; ausências embutidas = 185; $p = 0,33$; Média = 205,3; DP = 20,90) (**Figura 10**).

Espécies	<i>Aspidodera ralleli</i>	<i>Brachylaima Advena</i>	<i>Cruzia tentaculata</i>	<i>Duboisella proloba</i>	<i>Globocephalus marsupialis</i>	<i>Heterostrongylus heterostrongylus</i>	
Intensidade	34,39 ± 42,67	17,83 ± 31,26	89,05 ± 132,76	16,45 ± 25,45	9,66 ± 11,71	5,53 ± 3,44	
Abundância	20,48 ± 36,88	4,55 ± 17,19	72 ± 124,22	3,85 ± 13,80	0,61 ± 3,41	1,76 ± 3,22	
Prevalência	59,57 (44,27–73,63)	25,53 (13,95–40,35)	80,85 (66,74–90,85)	23,40 (12,30–38,03)	6,38 (1,34–17,54)	31,91 (47,12–19,09)	
Espécies	<i>Oligacanthorhynchus Microcephalus</i>	<i>Rhopalias Coronatus</i>	<i>Travassostongylus Oloffii</i>	<i>Trichuris didelphis</i>	<i>Trichuris Minuta</i>	<i>Turgida turgida</i>	<i>Vianana hamata</i>
Intensidade	4,66 ± 8,78	2 ± 0	28,62 ± 36,38	1 ± 0	11 ± 15,35	10,33 ± 8,06	144,46 ± 352,36
Abundância	2,08 ± 6,25	0,04 ± 0,29	22,53 ± 36,38	0,02 ± 0,14	2,57 ± 8,56	8,57 ± 8,31	98,36 ± 297,16
Prevalência	44,68 (30,17–59,88)	2,12 (0,05–11,29)	78,72 (64,34–89,30)	2,12 (0,05–11,29)	23,40 (12,30–38,03)	82,97 (69,19–92,35)	68,08 (52,88–80,91)

Tabela 4. Abundância média, intensidade média (\pm desvio padrão) e prevalência (intervalo de confiança de 95%) para as espécies de helmintos de *Didelphis aurita* entre julho de 2012 e abril de 2015 na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica e no Parque Estadual da Pedra Branca sede Pau-da-Fome, Rio de Janeiro, RJ.

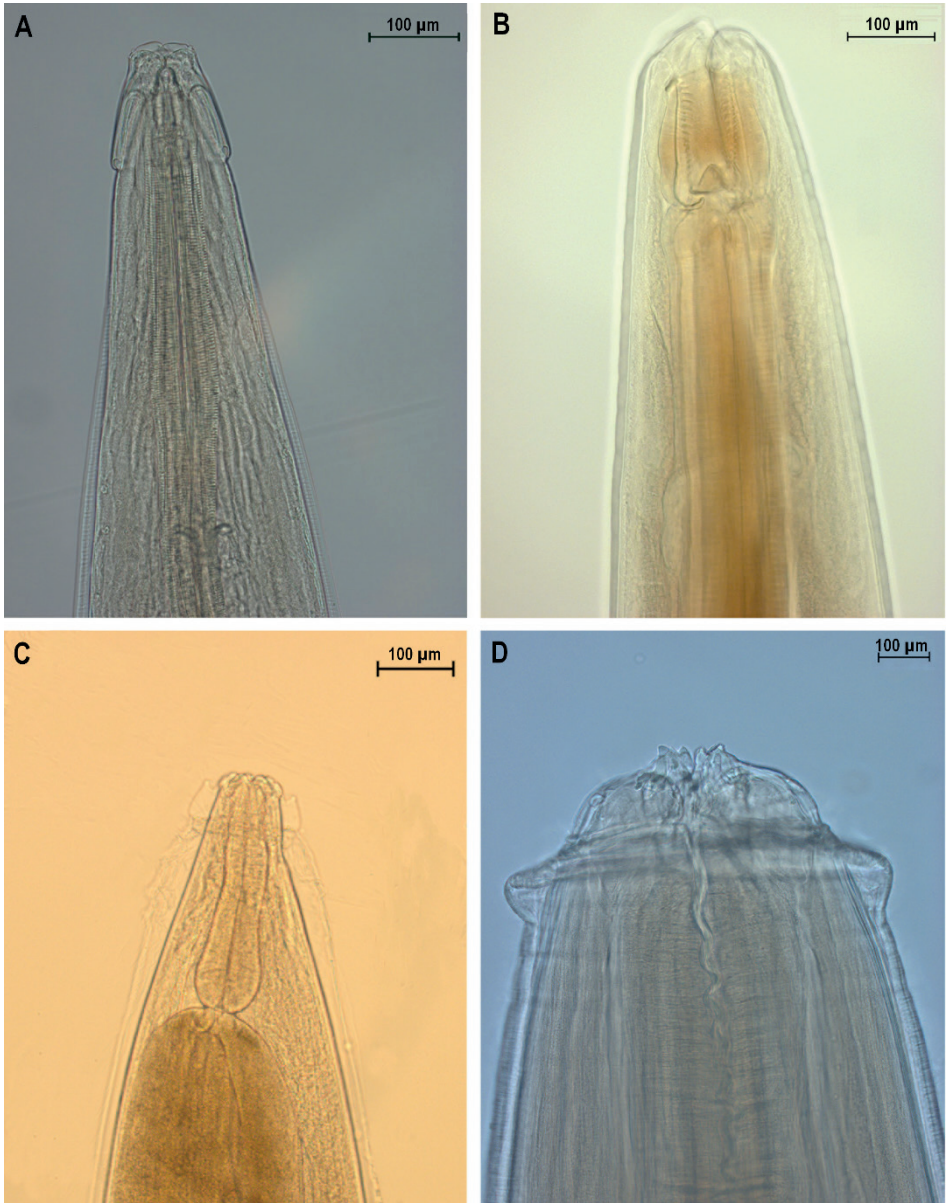


Figura 9. Microscopia óptica (campo claro) de helmintos adultos, extremidade anterior do macho. (A) *Aspidera raillieti* (TRAVASSOS, 1913), (B) *Cruzia tentaculata* (RUD, 1819) (TRAVASSOS, 1917), (C) *Heterostrongylus heterostrongylus* (TRAVASSOS, 1925), (D) *Turgida turgida* (RUDOLPHI, 1819). Fonte: acervo LABPMR; autores: A, B e D – Raquel G. Boullosa; C – Sócrates F. Costa-Neto. Ano: 2015.

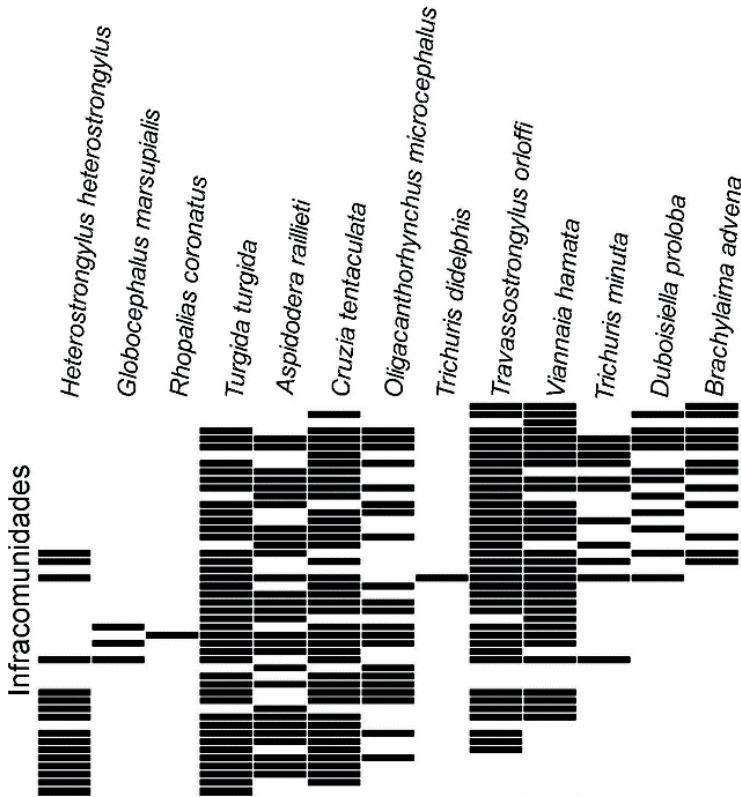


Figura 10. Matriz ordenada para a metacomunidade de helmintos recuperados no marsupial *Didelphis aurita* (WIED-NEUWIED, 1826) (Didelphimorphia: Didelphidae) capturados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica e Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, RJ, entre julho de 2012 e abril de 2015. As linhas correspondem aos espécimes de hospedeiros (infracomunidades) e as colunas correspondem às espécies de helmintos. As barras indicam a presença da espécie de helminto em uma infracomunidade.

DISCUSSÃO

Comunidade de pequenos mamíferos

A riqueza de espécies observada no presente estudo (7 espécies) foi baixa em relação a outros estudos realizados na Mata Atlântica, onde já se registrou riqueza de até 26 espécies (MACHADO *et al.*, 2013). Em amostragens realizadas pelo LABPMR em 2001 nas mesmas localidades, foram registradas oito espécies de pequenos mamíferos (GENTILE *et al.*, 2018). Nessas amostragens, o marsupial *D. aurita* também foi a espécie mais abundante, sendo também registradas outras espécies comuns ao presente estudo, como *M. myosurus*, *M. americana*, *M. paraguayana*, *A. cursor* e *O. nigripes*. Observou-se uma composição de espécies semelhante nos dois momentos, com exceção da ocorrência

de *Gracilinanus microtarsus* (WAGNER, 1842) e *Coendou spinosus* (CUVIER, 1823) em 2001 e do roedor sinantrópico *R. rattus* nas coletas de 2012 a 2015.

Em um outro levantamento de pequenos mamíferos, realizado por Oliveira *et al.* (2012) de 2005 a 2007 em diferentes altitudes do Parque Estadual da Pedra Branca, foram registradas 10 espécies de pequenos mamíferos silvestres, com dominância de *D. aurita*. Esses autores relataram a presença de *Marmosops incanus* (LUND, 1840), *Philander frenatus* (OLFERS, 1818) e *Guerlinguetus brasiliensis* (GMELIN, 1788), espécies que não foram capturadas no presente estudo, embora o último tenha sido registrado visualmente em áreas do CFMA. Com isso, considerando-se todos esses estudos, foram registradas 11 espécies de pequenos mamíferos silvestres não voadores para a EFMA e PEPB, excluindo-se espécies sinantrópicas invasoras.

Os baixos valores de diversidade, incluindo a beta-diversidade, indicaram pouca diferença entre as áreas na abundância e composição de espécies. Apesar disso, a maior equitabilidade de espécies registrada para o ambiente de mata preservada esteve relacionada com a menor abundância da espécie dominante *D. aurita* nessa área em relação às demais espécies. Além disso, o baixo sucesso de captura do estudo, que foi maior na área mais perturbada (peridomicílio), pode estar associado às condições presentes nessas áreas que favoreceram a maior abundância e ocorrência de espécies generalistas, oportunistas ou sinantrópicas, como *D. aurita*, *A. cursor*, *O. nigripes* e *R. rattus*. Gentile *et al.* (2018) sugeriram duas hipóteses para essas questões: a perda de espécies, principalmente especialistas, resultado do fenômeno conhecido como floresta vazia (*empty forest*; REDFORD, 1992); ou o fato de que a área está no limite de dispersão dos indivíduos provenientes de áreas preservadas do interior da floresta. Cabe acrescentar que a presença constante de animais domésticos, como cães e gatos, que se deslocam livremente nas áreas florestadas, também pode ter contribuído para a baixa riqueza de espécies e baixo sucesso de captura no estudo.

O marsupial *D. aurita* apresentou elevada abundância em comparação com as outras espécies capturadas. Outros estudos conduzidos em áreas de interface de ambientes silvestre e urbano na borda do Parque Nacional da Serra dos Órgãos também registraram a ocorrência desse marsupial em elevada abundância (GENTILE *et al.*, 2004; MACEDO *et al.*, 2007; KAJIN *et al.*, 2008). O contínuo processo de degradação ambiental levou ao desaparecimento de muitas espécies predadoras de gambá, restringindo-as a manchas de habitat de maior tamanho. Esse fato pode ter contribuído para tornar o gambá uma espécie dominante nas comunidades de pequenos mamíferos em áreas perturbadas.

O marsupial *M. myosurus* foi registrado apenas uma vez na área de transição, fato esse que sugere que essa espécie possa ter sido impactada pela degradação do local. A espécie *M. americana* apresentou baixa frequência no presente estudo e foi registrada apenas na área de mata. O marsupial *M. paraguayana* foi encontrado em duas das três áreas estudadas, incluindo o peridomicílio, o que sugere que ela possa ocorrer em ambientes

com distintos padrões de influência antrópica. A ausência de armadilhas colocadas em sub-bosque ou dossel podem ter subestimado a detecção do marsupial *Gracilinanus microtarsus*, bem como do roedor *Guerlinguetus brasiliensis*, que são arborícolas.

Os roedores foram mais abundantes nas áreas peridomiliares em comparação com as áreas de transição e mata. *A. cursor* tem sido associado a ambientes alterados, exibindo elevada abundância em bordas de pequenos fragmentos florestais e de pastagens, além de apresentar relação com uma vegetação densa próxima ao solo (OLIFIERS, 2002; CARDOSO *et al.*, 2016), mostrando ser uma espécie oportunista. A maior abundância de *O. nigripes* nas áreas com maior influência antrópica confirma o seu caráter oportunista em relação aos habitats que ocupa.

A riqueza total e a abundância total de espécies encontradas não apresentaram relação com a heterogeneidade do habitat, o que pode estar associado a maiores variações na estrutura do habitat dentro de cada ambiente, como também à presença de espécies com maior plasticidade ambiental, como *D. aurita* e *O. nigripes*, presentes em todos os ambientes estudados. Embora ambientes caracterizados por uma maior heterogeneidade ambiental possam apresentar um maior número de nichos ecológicos, promovendo um aumento na diversidade de espécies, sabe-se que os efeitos da heterogeneidade ambiental podem diferir entre diferentes taxa (STEVENS; TELLO, 2011).

Em relação à estrutura da comunidade dos pequenos mamíferos, observou-se que há algumas espécies mais comuns em relação ao conjunto analisado, enquanto espécies menos comuns estariam presentes em apenas algumas áreas. De fato, *D. aurita* e *O. nigripes* estiveram presentes em todos os ambientes amostrados, enquanto as espécies mais especializadas, *M. americana* e *M. myosurus*, apresentaram baixa abundância e menor distribuição na área de estudo. Apesar disso, foi observado um baixo grau de substituição e de perda de espécies entre as áreas. A compreensão dos padrões e processos ecológicos pode se beneficiar da análise de múltiplas escalas de espaço e de tempo, o que ressalta a necessidade de monitoramentos de longo prazo em escala regional.

Helmintos de *Didelphis aurita*

Os nematoides foram os helmintos mais abundantes no gambá *D. aurita*, o que é comum nos estudos de parasitologia. Nesse projeto, Costa-Neto *et al.* (2019) reportou *D. aurita* como novo relato de hospedeiro para as espécies de nematoides *Globocephalus marsupialis* e *Trichuris didelphis*. Todas as outras espécies já haviam sido reportadas parasitando *D. aurita*. Além disso, Costa-Neto *et al.* (2019) também reportou as seguintes espécies de helmintos pela primeira vez para o município do Rio de Janeiro: *G. marsupialis*, *Heterostrongylus heterostrongylus*, *Travassostrongylus orloffi*, *Trichuris minuta*, *T. didelphis* e *Duboisella proloba*, ampliando a lista de hospedeiros e de localidades desses helmintos. O fato de todos os animais analisados estarem infectados com pelo menos uma espécie

de helminto sugere uma alta susceptibilidade do gambá aos helmintos. Entretanto, o comportamento do gambá pode ser uma característica importante para a manutenção dos ciclos de vida desses parasitas no ambiente, dada sua alta mobilidade e seu hábito onívoro, fatores esses que podem aumentar o contato do animal com os parasitos.

As espécies de helmintos se dividiram em três grupos no que se refere à estrutura da comunidade. Um grupo central, formado pelas espécies dominantes e presentes em muitas infracomunidades, incluiu os nematoides *Cruzia tentaculata* e *Aspidodera railletii* da ordem Ascaridida, *Turgida turgida* da ordem Spirurida e *Viannaia hamata* e *T. orloffii* da ordem Rhabditida. As espécies *H. heterostrogylus*, *Oligacanthorhynchus microcephalus*, *T. minuta*, *D. proloba* e *Brachylaima advena* formaram outro subconjunto da comunidade, ocorrendo em abundâncias ou prevalências menores que as espécies centrais. Um terceiro grupo composto por espécies mais raras, como *G. marsupialis*, *T. didelphis* e *Rhopalias coronatus*, foram consideradas espécies-satélite. Sugere-se que essas espécies devam apresentar nichos mais estreitos em comparação às outras, pois estavam presentes em poucas infracomunidades e em baixas abundâncias. Esses dois últimos grupos reuniram também representantes do filo Platyhelminthes e do filo Acanthocephala.

A análise de estrutura de metacomunidades feita em escala local para infracomunidades de helmintos apresentou um padrão aleatório, sugerindo relações parasito-hospedeiro específicas a cada ambiente. Considerando-se uma espécie de hospedeiro que apresenta grandes deslocamentos, comportamento generalista e oportunista como *D. aurita*, torna-se mais difícil encontrar um padrão de estruturação para a sua comunidade de helmintos em escala local. De fato, considerando-se outras localidades em uma escala regional, Costa-Neto *et al.* (2019) observou padrões de estruturação aninhado e quase-aninhado em comunidades componentes e infracomunidades, respectivamente, na análise de metacomunidades, mostrando que as áreas com menor riqueza de espécies formaram subconjuntos das áreas mais ricas. Esses resultados indicaram que nessa relação parasito-hospedeiro as respostas a um gradiente ambiental se dão em uma escala espacial mais ampla do que em uma escala local.

Outros desdobramentos do estudo sobre a helmintofauna foram a investigação da influência do ambiente, estação do ano e sexo do hospedeiro na abundância, intensidade e prevalência das espécies mais abundantes de helmintos (CASTRO *et al.*, 2017); a análise da meta-comunidade em escala regional acima citada, incluindo outras localidades (COSTA-NETO *et al.*, 2019); e a redescrição do helminto do sistema cardiopulmonar *H. heterostrogylus*, contribuindo para o conhecimento de detalhes da sua ultraestrutura (COSTA-NETO *et al.*, 2016).

CONCLUSÕES

Este trabalho trouxe importantes conhecimentos sobre a estrutura da comunidade

de pequenos mamíferos não-voadores nessa área de interface silvestre-urbana. O fato de a EFMA ter áreas sobrepostas ao PEPB, que é a maior reserva florestal urbana do Brasil, ressalta a importância desses resultados, não apenas para aspectos de conservação, mas também em relação à saúde pública.

A riqueza de espécies de pequenos mamíferos total, quando comparada com outros estudos da Mata Atlântica, foi influenciada pelo ambiente, indicando que as alterações das áreas de interface de ambiente urbano-silvestre têm afetado a biodiversidade, apesar da EFMA ser uma área de preservação e restauração florestal e do PEPB ser uma unidade de conservação.

A maior abundância de espécies nas áreas mais perturbadas sugere o aumento de fatores favoráveis à ocorrência de espécies generalistas e sinantrópicas, tais como *D. aurita* e *R. rattus*, respectivamente, e oportunistas, como *A. cursor* e *O. nigripes*. A ocorrência de *D. aurita* e *O. nigripes* nos três diferentes ambientes estudados mostra um caráter oportunista e uma plasticidade em relação às condições de habitat das áreas.

O filo Nematoda foi o mais abundante na helmintofauna de *D. aurita*, corroborando um padrão já descrito em literatura. Embora as condições do ambiente possam atuar controlando a presença e abundância de algumas espécies de helmintos a partir de demandas biológicas específicas dos hospedeiros intermediários, o comportamento do hospedeiro vertebrado também constituiu componente significativo para a manutenção do ciclo biológico dessas diversas espécies de helmintos presentes nos diferentes ambientes da área de estudo.

PERSPECTIVAS

Após as coletas de 2015, foram feitas coletas em outros pontos da EFMA não amostrados anteriormente, paralelamente ao estudo de quirópteros, que fizeram parte de uma dissertação (TAVARES, 2018; TAVARES *et al.*, 2021). A partir de setembro de 2018, iniciou-se uma nova etapa do trabalho, caracterizada por um monitoramento de captura-marcação-recaptura dos animais, com coletas de amostras para exames e diagnósticos de diversos parasitos pelos grupos colaboradores, cujos resultados ainda estão sendo analisados.

O projeto geral no qual os resultados aqui apresentados estão inseridos vem contribuindo com conhecimentos sobre ecologia teórica e sobre a ocorrência de parasitos da fauna silvestre e de interesse médico-veterinário. O projeto também contribui com informações ecológicas básicas que podem ser aplicadas em programas de conservação da biodiversidade local e em outras unidades de conservação próximas a centros urbanos, bem como em programas relacionados à saúde pública e educação.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários e alunos do Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios, Laboratório de Hantavírus e Rickettsioses, Laboratório de Biologia de Tripanossomatídeos e Laboratório de Pesquisa Clínica em Dermatozoonoses da Fiocruz pela parceria e ajuda no trabalho de campo; ao Dr. Paulo D'Andrea, pelas licenças do ICMBio e INEA e pelo apoio ao projeto geral; ao coordenador da Fiocruz Mata Atlântica, Gilson Antunes, pela disponibilização das instalações locais e apoio ao projeto geral; aos Drs. Ricardo Moratelli, José L. P. Cordeiro e Marta L. Brandão (Fiocruz Mata Atlântica), pelo apoio logístico e eventual auxílio no campo; a Marcelo F. Freitas, pelo auxílio no trabalho de campo; ao Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), pela licença de coleta e pelo apoio logístico local; à Dra. Ana Paula Gomes, do LABPMR, pela identificação da espécie de acantocéfal; ao Dr. Bernardo R. Teixeira, do LABPRM, pela identificação das espécies de roedores; à Dra. Fabiana Caramaschi, do LABPMR, pela identificação de algumas das espécies de marsupiais. Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Edital Universal (306352 / 2014-1), Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro-FAPERJ (E-26/111.296 / 2014; E-26/010.001597/2019), e Instituto Oswaldo Cruz (IOC/FIOCRUZ). SFCN recebeu bolsas da CAPES e CNPq. TSC recebeu bolsas da CAPES, INOVA e CNPq. RGBMC recebeu bolsa do CNPq e da FIOCRUZ. RG recebeu bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq (304355/2018-6 e 303643/2022-6).

REFERÊNCIAS

- AMATO, J. F. R.; WALTER, A. B.; AMATO, S. B. **Protocolo para Laboratório**. Coleta e Processamento de Parasitas do Pescado. Rio de Janeiro: Imprensa Universitária - UFRRJ, 1991.
- AMIN, O. M. **Classification of the Acanthocephala**. *Folia Parasitologica*, 60(4): 273–305, 2013.
- AMIN, O. M. Classification. *In*: CROMPTON, D. W. T.; NICKOL, B. B. (Eds.). **Biology of the Acanthocephala**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.
- ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G.; WILLMOTT, S. **CIH Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1978.
- ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G.; WILLMOTT, S. **Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 2009.
- AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. São Paulo: Editora Difel, 1986.
- BASELGA, A. Partitioning abundance-based multiple-site dissimilarity into components: balanced variation in abundance and abundance gradients. **Methods in Ecology and Evolution**, 8(7), 799–808, 2017.

BASELGA, A.; ORME, O.; VILLEGGER, S.; BORTOLI, J.; LEPRIEUR, F. *betapart*: Partitioning Beta Diversity into Turnover and Nestedness Components, 2018. R package version 1.5.4. - <https://CRAN.R-project.org/package=betapart>.

BRAY, R. A.; GIBSON, D. I.; JONES, A. **Keys to the Trematoda**. Volume 3. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 2008.

BUSH, A. O.; LAFFERTY, K. D.; LOTZ, J. M.; SHOSTAK, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. **The Journal of Parasitology**, 83(4): 575-583, 1997.

CAIRA, J. N.; JENSEN, K. **Planetary Biodiversity Inventory (2008–2017)**: Tapeworms from Vertebrate Bowels of the Earth. Lawrence: University of Kansas, Natural History Museum, 2017.

CARDOSO, T. S.; SIMÕES, R. O.; LUQUE, J. L. F.; MALDONADO JR., A.; GENTILE, R. The influence of habitat fragmentation on helminth communities in rodent populations from a Brazilian Mountain Atlantic Forest. **Journal of Helminthology**, 90(4): 460-468, 2016.

CASTRO, R. G. B. M. **Ecologia de Populações de Helminthos Parasitos do Gambá *Didelphis aurita* no Parque Estadual da Pedra Branca e Arredores**, RJ, 2015. Monografia de Graduação, Rio de Janeiro: Universidade Veiga de Almeida.

CASTRO, R. G. B. M.; COSTA-NETO, S. F.; MALDONADO JR., A.; GENTILE, R. Ecological effects on nematode parasites of *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae) in urban-sylvatic habitats in Rio de Janeiro, Brazil. **Oecologia Australis**, 21(1): 54-61, 2017.

CERQUEIRA, R.; FREITAS, S. R. A new study method of microhabitat structure of small mammals. **Revista Brasileira de Biologia**, 59(2): 219–223, 1999.

CHABAUD, A. G. Key to the genera of superfamily Cosmoceroidea, Seuratoidea, Heterakoidea and Subuluroidea. *In*: ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G.; WILLMOTT, S. (Eds.). **CIH Keys to the nematode parasites of vertebrates 6**. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978.

CHABAUD, A. G. Key to the genera of the order Spirurida. Part I. Camallanoidea, Dracunculoidea, Gnathostomatoidea, Physalopteroidea, Rictularoidea and Thelazoidea. *In*: ANDERSON, R. C.; CHABAUD, A. G.; WILLMOTT, S. (Eds.). **CIH Keys to the Nematode Parasites of Vertebrates 3**. Part I. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1975.

COMBES, C. Parasites, biodiversity and ecosystem stability. **Biodiversity & Conservation**, 5(8): 953-962, 1996.

COSTA-NETO, S. F. **Composição e Estrutura das Comunidades de Helminthos de *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826 (Didelphimorphia, Didelphidae), no Estado do Rio de Janeiro**, RJ, 2017. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.

COSTA-NETO, S. F.; CARDOSO, T. S.; BOULLOSA, R. G. M. C.; MALDONADO JR., A.; GENTILE, R. Metacommunity structure of the helminths of the black-eared opossum *Didelphis aurita* in peri-urban, sylvatic and rural environments in south-eastern Brazil. **Journal of Helminthology**, 93(6): 720-731, 2019.

COSTA-NETO, S. F.; SIMOES, R.; MOTA, E. M.; VILELA, R. V.; TORRES, E. L.; BARBOSA, H.; GENTILE, R. & MALDONADO JR., A. Lungworm *Heterostrongylus heterostrongylus* Travassos, 1925 from the black-eared opossum in South America: morphologic, histopathological and phylogenetic aspects. **Veterinary Parasitology**, 228: 144-152, 2016.

FERNANDES, B. M. M.; JUSTO, M. C. N.; CÁRDENAS, M. Q. **South American Trematodes Parasites of Birds and Mammals**. Rio de Janeiro: Biblioteca de Ciências Biomédicas, ICICT, Fiocruz, 2015.

FREITAS, S. R.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M. V. A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. **Brazilian Journal of Biology**, 62(4b): 795–800, 2002.

GENTILE, R.; D'ANDREA, P. S. Biodiversidade e Saúde: uma relação que precisa ser reconhecida. In: PEIXOTO, A. L.; PUJOL, J. R.; BRITO, M. A. (Orgs.). **Conhecendo a Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2016.

GENTILE, R.; CARDOSO, T. S.; COSTA-NETO, S. F.; TEIXEIRA, B. R. & D'ANDREA, P. S. Community structure and population dynamics of small mammals in an urban-sylvatic interface area in Rio de Janeiro, Brazil. **Zoologia**, 35: 1–12, 2018.

GENTILE, R.; FINOTTI, R.; RADEMAKER, V.; CERQUEIRA, R. Population dynamics of four marsupials and its relation to resource production in the Atlantic Forest in Southeastern Brazil. **Mammalia**, 68(2-3): 109-119, 2004.

GIBSON, D. I.; JONES, A.; BRAY, R. A. **Keys to the Trematoda**. Volume 1. London: Commonwealth Agricultural Bureaux and the Natural History Museum, 2002.

GOLVAN, Y. J. Nomenclature of the Acanthocephala. **Research and Reviews in Parasitology**, 54(3): 135–205, 1994.

GÓMEZ, A.; NICHOLS, E. Neglected wild life: parasitic biodiversity as a conservation target. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, 2(1): 222–227, 2013.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, 4(1): 1–9, 2001.

HAN, B. A.; KRAMER, A. M.; DRAKE, J. M. Global patterns of zoonotic disease in mammals. **Trends in Parasitology**, 32(7): 565-577, 2016.

HARRELL JR, F. E. with contributions from Charles Dupont and many others. **Hmisc**: Harrell Miscellaneous. R package version 4.4-0, 2020. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=Hmisc>

JONES, A.; BRAY, R. A.; GIBSON, D. I. **Keys to the Trematoda**. Volume 2. London: Commonwealth Agricultural Bureaux and the Natural History Museum, 2005.

KAJIN, M.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M. V.; GENTILE, R. Nine-year demography of the black-eared opossum *Didelphis aurita* (Didelphimorphia: Didelphidae) using life tables. **Revista Brasileira de Zoologia**, 25(2): 206-213, 2008.

KHALIL, L. F.; JONES, A.; BRAY, R. A. **Keys to the Cestoda parasites of vertebrates**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1994.

LEIBOLD, M. A.; MIKKELSON, G. M. Coherence, species turnover, and boundary clumping: elements of meta-community structure. **Oikos**, 97(2): 237–250, 2002.

LOBO, C. E. M. N. **Aspectos da ecologia de populações e comunidades de pequenos mamíferos terrestres e sua helmintofauna no Maciço da Pedra Branca e arredores**, RJ, 2016. Monografia de Graduação, Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá.

MACEDO, J.; LORETTO, D.; MELLO, M. C. S.; FREITAS, S. R.; VIEIRA, M. V.; CERQUEIRA, R. História natural dos mamíferos de uma área perturbada do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. In: CRONENBERGER, C.; CASTRO, E. B. V. (Eds.). **Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2007.

MACHADO, F. S.; GREGORIN, R.; MOUALLEM, P. S. B. Small mammals in high altitude phytophysognomies in southeastern Brazil: are heterogeneous habitats more diverse? **Biodiversity and Conservation**, 22: 1769–1782, 2013.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Curitiba: Editora UFPR, 2004.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.4-2, 2020. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

OLIFIERS, N. **Fragmentação, Habitat e as Comunidades de Pequenos Mamíferos da Bacia do Rio Macacu**, RJ, 2002. Dissertação de Mestrado, Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais.

OLIVEIRA, H. H.; SILVA, A. B.; GOMES, V.; QUINELATO, I. P. F.; MORELLI-AMARAL, V. F.; SERRA-FREIRE, N. M.; CARVALHO, R. W.; CARVALHO, A. G. Roedores e marsupiais capturados no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro: distribuição e relação com o ambiente. **Revista UNIABEU**, 5(10): 158-180, 2012.

PAGLIA, A. P.; DE MARCO, P. Jr.; COSTA, F. M.; PEREIRA, R. F.; LESSA, G. Heterogeneidade estrutural e diversidade de pequenos mamíferos em um fragmento de mata secundária de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 12(1): 67–79, 1995.

PAVLOVSKY, E. N. **Natural Nidality of Transmissible Diseases, With Special Reference to the Landscape Epidemiology of Zoonothroposes**. Urbana: University of Illinois Press, 1966.

POULIN, R. **Evolutionary Ecology of Parasites**. Princeton: Princeton University Press, 2007.

PRESLEY, S. J.; HIGGINS, C. L.; WILLIG, M. R. A comprehensive framework for the evaluation of metacommunity structure. **Oikos**, 119(6): 908–917, 2010.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, The R Project for Statistical Computing, 2020. Disponível em: <http://www.r-project.org>.

REDFORD, K. H. The Empty Forest. **BioScience**, 42(6): 412–422, 1992.

SCHMIDT, G. D. Revision of the class Archiacanthocephala Meyer, 1931 (Phylum Acanthocephala), with emphasis on Oligacanthorhynchidae Southwell et Macfie, 1925. **Journal of Parasitology**, 58(2): 290–297, 1972.

STEVENS, R. D.; TELLO, J. S. Diversity begets diversity: relative roles of structural and resource heterogeneity in determining rodent community structure. **Journal of Mammalogy**, 92(2): 387–395, 2011.

TAVARES, J. A. **Diversidade de pequenos mamíferos da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica**, 2018. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz.

TAVARES, J. A.; NOVAES, R. L. M.; VERÍSSIMO, I.; KUZEL, M. A. A.; COSTA-NETO, S. F.; RANGEL, C. L.; BORGES, M.; MEDRADO, H.; ALVES, B.; SOUZA, R. F.; PINTO-MENEZES, A. C. D.; MENEZES-JÚNIOR, L. F.; DIAS, D.; ANDREAZZI, C. S.; GENTILE, R.; MORATELLI, R. Bats from the Pedra Branca Forest, Rio de Janeiro, Brazil. **Biodiversity Data Journal**, 9: e77400, 2021.

THE MATHWORKS INC. MATLAB. Natick, Massachusetts, United State, 2017. Disponível em: <https://www.mathworks.com>.

TRAVASSOS, L. P. **Revisão da família Trichostrongylidae Leiper**, 1912. Rio de Janeiro: Monografias do Instituto Oswaldo Cruz, 1937.

TRAVASSOS, L.; FREITAS, J. F. T.; KOHN, A. Trematódeos do Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 67(1): 1-886, 1969.

VICENTE, J. J.; RODRIGUES, H. O.; GOMES, D. C.; PINTO, R. M. Nematóides do Brasil. Parte V: Nematóides de mamíferos. **Revista Brasileira de Zoologia**, 14(1): 1-452, 1997.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum** – Acanthocephalans. Volume IV. London: Interscience Publishers, 1963.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum** - The Digenetic Trematodes of Vertebrates. Volume I. Part I and II. London: Interscience Publishers, 1958.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum** - Trematodes. Volume I. London: Interscience Publishers 1971.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum**. Volume II. The Cestodes of Vertebrates. Part I and Part II. New York: Interscience Publishers, 1959.

YAMAGUTI, S. **Systema Helminthum**. Volume III. The Nematodes of Vertebrates. Part I New York: Interscience Publishers, 1961.

DIVERSIDADE DE PEQUENOS MAMÍFEROS

Data de aceite: 13/03/2023

Jonatas Amorim Tavares

Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Roberto Leonan Morim Novaes

Área de Saúde Ambiental, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Iuri Veríssimo

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Sócrates Fraga da Costa-Neto

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Maria Alice do Amaral Kuzel

Área de Saúde Urbana, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Thiago dos Santos Cardoso

Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Reservatórios, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Programa de Pós-Doutorado Nota 10, Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

(FAPERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Cecilia S. Andreazzi

Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Reservatórios, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Centro de Ecologia Funcional, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Rosana Gentile

Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Reservatórios, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Ricardo Moratelli

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a diversidade de roedores sigmodontíneos, marsupiais e morcegos na região da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. As amostragens cobriram diferentes tipos de habitat ao longo de um gradiente de intervenção antrópica, com áreas definidas como peridomicílio, floresta de transição, floresta em estágio intermediário

de recuperação e floresta em estágio avançado de recuperação. Para morcegos, foram realizadas 55 noites de amostragens de 2013 a 2017, utilizando-se redes de neblina. Para roedores e marsupiais, foram realizadas três amostragens de julho a novembro de 2017. Foram capturados 557 morcegos de 23 espécies distribuídas nas famílias Phyllostomidae, Molossidae e Vespertilionidae, com maior abundância de espécies consideradas generalistas quanto ao uso do ambiente. Para roedores e marsupiais, foram capturados 31 indivíduos pertencentes às espécies *Didelphis aurita*, *Monodelphis americana* e *Oligoryzomys nigripes*, além de registros visuais de três outras espécies. A fauna de morcegos foi semelhante à de outras áreas de Mata Atlântica do RJ. A riqueza observada de espécies de roedores e marsupiais foi semelhante à de outros remanescentes do bloco Metropolitano, da Reserva Biológica de Poço das Antas e de áreas antropizadas do bloco da Região Serrana Central. Contudo, foi menor do que a riqueza de espécies encontrada nos blocos Norte, Sul Fluminense e Serra da Mantiqueira, que apresentaram maior número de espécies especialistas. O presente estudo soma-se a outros que identificaram uma possível redução da biodiversidade em áreas florestais próximas a ambientes urbanos, cujas pressões antrópicas podem estar favorecendo espécies generalistas e oportunistas em detrimento de outras de hábitos mais restritos.

INTRODUÇÃO

Os maiores remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro (RJ) estão distribuídos nos blocos de vegetação Norte Fluminense, Serrano-Central, Metropolitano, Sul Fluminense e da Serra da Mantiqueira. O Bloco da Região Metropolitana do Rio de Janeiro compreende os remanescentes de vegetação das florestas do Gericinó-Mendanha, Tijuca e Pedra Branca, sendo essa última a maior, com área superior a 12 mil ha, o que equivale a 10% da cidade do Rio de Janeiro (SEMA 2013). Esses remanescentes formavam um contínuo de vegetação no passado e, conseqüentemente, possuem uma similaridade biológica acentuada (ROCHA *et al.*, 2003).

A Floresta da Pedra Branca compreende a maior floresta urbana das Américas e grande parte desse remanescente florestal está preservado pelo Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), que compreende áreas do remanescente a partir de 100 *m.a.s.l.* A Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) está sobreposta ao PEPB e sua zona de amortecimento, em uma área de elevada pressão antrópica, cuja diversidade biológica, incluindo mamíferos, ainda é pouco conhecida em comparação a de outras localidades do RJ. Considerando-se a importância dos pequenos mamíferos na manutenção dos ecossistemas florestais (KUNZ *et al.*, 2011; CÁCERES; LESSA, 2012) e ciclos de vida de parasitos de potencial zoonótico (JOHNSON *et al.*, 2015; HAN *et al.*, 2016), de 2013 a 2017 realizamos o inventário de morcegos, roedores e marsupiais. Aqui, reportamos os resultados desse inventário e comparamos a estrutura dessa taxocenose com a de outras localidades no Bloco da Região Metropolitana e de outros remanescentes do RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

o levantamento foi realizado na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA; 22°56'25" S; 43°24'18" O, coordenadas centrais; WGS84), localizada na vertente leste da Floresta da Pedra Branca, região administrativa de Jacarepaguá, Zona Oeste do município do Rio de Janeiro (Figura 1). A EFMA possui 430 ha, dos quais 262 ha (61%) estão sobrepostos ao Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB). A EFMA compreende remanescentes de Floresta Ombrófila Densa de Baixada (≤ 50 m.a.s.l.) e Submontana (50–500 m.a.s.l.). Atualmente, a floresta de baixada é composta por diferentes tipos de habitat impactados pela presença de seis comunidades com baixos a médios índices de desenvolvimento social e de determinantes sociais da saúde, conectando-se em diferentes níveis à malha urbana de Jacarepaguá. Além da ocupação residencial, outros impactos antrópicos estão presentes, como atividades agrícolas de pequeno porte (DOMINGUES; RODRIGUES, 2007).

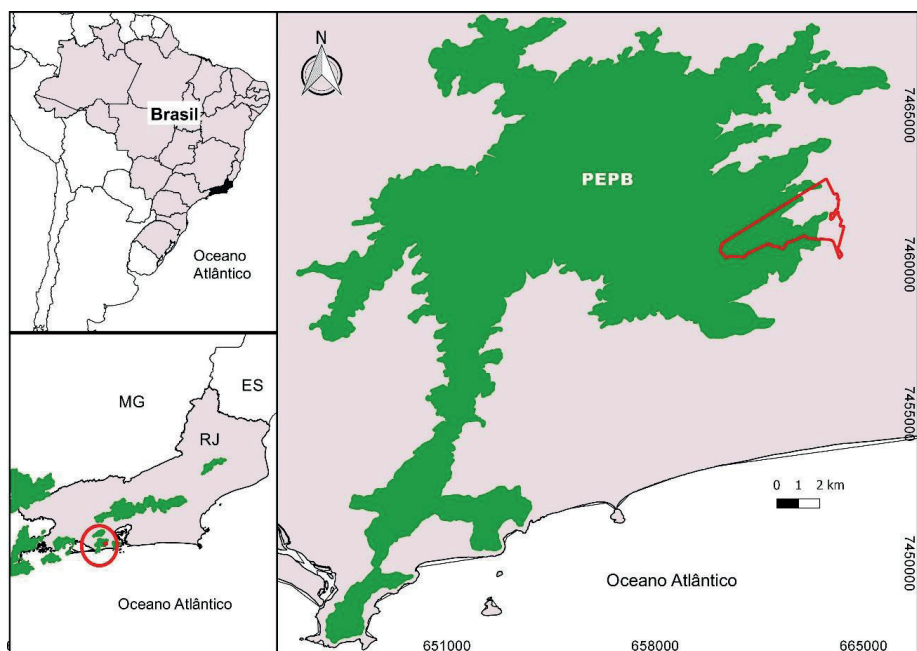


Figura 1. À esquerda abaixo, remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro, com destaque para os remanescentes da cidade do Rio de Janeiro (círculo vermelho). À direita, Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) e Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA; delimitada em vermelho), evidenciando a sobreposição parcial da EFMA com o PEPB.

As áreas utilizadas para o levantamento distribuem-se ao longo de um gradiente de intervenção antrópica (Figura 2), onde cada área definida para amostragem representa um tipo de habitat ao longo desse gradiente. São elas: peridomicílio (PD), floresta de

transição (FT), floresta em estágio intermediário de recuperação (AM) e floresta em estágio avançado de recuperação (FP). O peridomicílio abrange o fim da malha urbana, compreendendo a área mais degradada e sob maior pressão antrópica, onde predomina vegetação exótica. Essa é a área de maior interação entre animais domésticos, silvestres autóctones e alóctones e humanos. A floresta de transição está adjacente a uma área de baixa ocupação humana, com prevalência de plantas nativas, mas com sub-bosque denso e dossel baixo. Na floresta em estágio intermediário de recuperação não há presença de moradores e há baixa circulação humana, o sub-bosque é mais aberto e o dossel mais alto que as áreas anteriores, com presença de riachos, rochas e uma topografia inclinada. A floresta em estágio avançado de recuperação situa-se mais para o interior do PEPB sendo a mais preservada, sem a presença de moradores, pouca circulação humana, sub-bosque mais aberto e dossel alto, apresentando riachos, rochas e topografia inclinada.

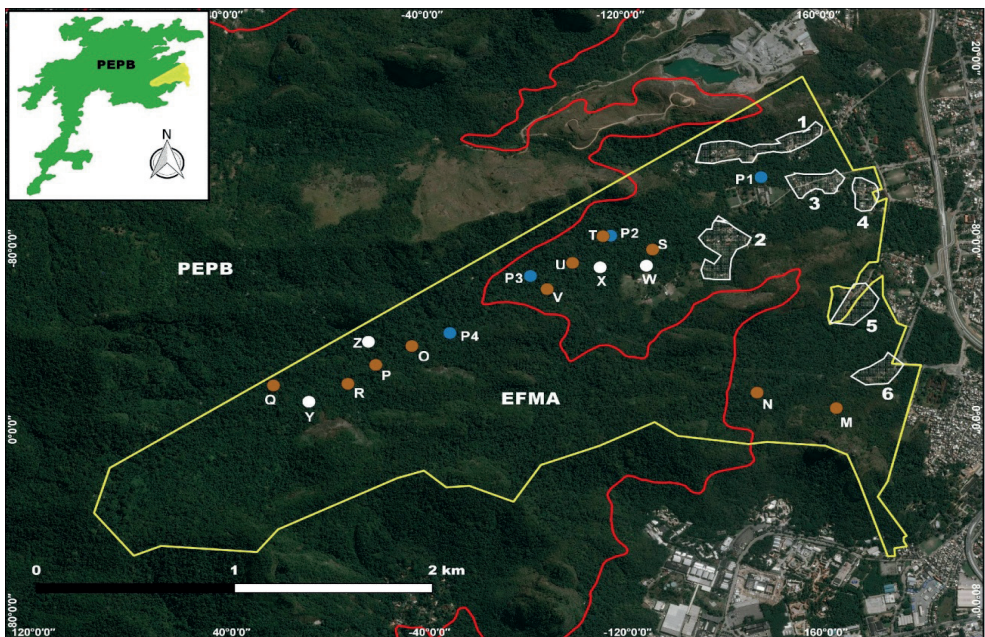


Figura 2. Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA; delimitada em amarelo), situada na vertente leste do Maciço da Pedra Branca. Áreas delimitadas em branco indicam as seis comunidades inseridas nos limites territoriais da EFMA, definindo a área de peridomicílio. A linha vermelha marca a cota altitudinal de 100 metros, indicando o começo do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB). Os círculos azuis (P1, P2, P3, P4) representam as áreas de amostragem para morcegos. Os círculos castanhos (M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V) indicam a localização central dos transectos para capturas de pequenos mamíferos. Os círculos brancos (W, X, Y, Z) indicam a localização central das linhas de armadilhas de queda (pitfalls) para captura de pequenos mamíferos. Para detalhamento dessas áreas, veja Área de Estudo.

Amostragens de morcegos

De outubro de 2013 a dezembro de 2017 foram realizadas 55 noites de amostragens de morcegos em quatro pontos denominados P1-P4, cada um deles situados próximos ao centro de cada tipo de habitat (Figura 2). Para a captura dos morcegos, foram utilizadas 10 redes de neblina de 9 x 3 m, em cada habitat (P1–P4). Quando possível, foram evitadas noites chuvosas e de lua cheia. As redes foram instaladas próximas a trilhas já existentes, plantas em floração ou frutificação, corpos d'água e clareiras na vegetação (KUNZ; PARSONS, 2009). As redes foram abertas ao entardecer, com revisão em intervalos de aproximadamente 20 minutos, e fechadas após quatro horas de exposição (ESBÉRARD; BERGALLO, 2008). Os animais capturados foram acondicionados em sacos de algodão para posterior biometria, identificação da espécie e estimativa da idade, sexo e estágio reprodutivo, seguindo critérios propostos por Anthony (1988). Alguns animais foram submetidos à eutanásia para coleta de amostras biológicas para prospecção de patógenos.

Amostragens de roedores e marsupiais

Os pequenos mamíferos não voadores incluem aqui roedores e marsupiais com menos de 5 kg (STODDART, 1979). Esses foram amostrados nas quatro áreas ao longo do gradiente de intervenção antrópica (Figura 2), sendo dois transectos (M e N) situados no peridomicílio (PD), cinco transectos (S, T, U, W e X) na floresta de transição (AT), dois transectos (O e V) na área de floresta em estágio intermediário de recuperação (AM) e cinco transectos (P, Q, R, Y e Z) na área de floresta em estágio avançado de recuperação (FP). Foram feitas três amostragens de quatro noites de captura cada, em julho/2017 (estação seca), outubro/2017 e novembro/2017 (estação chuvosa), sendo que as áreas PD, AM e FP foram amostradas nas duas estações e a área de AT apenas na estação chuvosa.

Foram utilizadas as armadilhas de captura viva (*live trap*) Sherman® e Tomahawk® e armadilha de queda (*pitfall*). As armadilhas Sherman e Tomahawk foram dispostas em dez transectos de vinte pontos espaçados em 15 m (M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V; Figura 2). Cada estação de captura tinha uma armadilha Sherman e uma Tomahawk no chão, e cada transecto tinha seis armadilhas (três Sherman e três Tomahawk) no sub-bosque (ca. 2 m de altura), dispostas de forma alternada ao longo do transecto. Foram utilizadas iscas padronizadas de pasta de banana, aveia, creme de amendoim e bacon. Além do uso dessas armadilhas, quatro transectos de armadilhas de queda foram instaladas, sendo duas na FT (W e X) e duas nas áreas AM e FP (Y e Z; Figura 2). Cada transecto de armadilha de queda foi composto por cinco baldes de 65 L, equidistantes 15 m e ligados por lona preta, totalizando 60 m de comprimento. Todos os machos adultos e fêmeas adultas não-grávidas/não-lactantes capturados foram coletados, sendo levados ao laboratório de campo, submetidos à eutanásia para coleta de amostras biológicas para prospecção de patógenos. Esses animais tiveram seus dados bionômicos registrados (sexo, atividade

reprodutiva, massa corpórea e medidas externas, e.g., tamanho do corpo e cauda).

Identificação e material testemunho

Morcegos foram identificados ao nível de espécie pela morfologia externa e craniana, utilizando as chaves de Gardner (2008) ou referência mais atual. A nomenclatura e a classificação taxonômica seguiram a lista de morcegos do Brasil de Nogueira *et al.* (2014) e Garbino *et al.* (2020). Marsupiais foram identificados pela morfologia externa. Roedores foram identificados por morfologia externa e, quando necessário, por morfometria craniana. Foram utilizadas as chaves de Bonvicino *et al.* (2008) para roedores e Gardner (2008) para marsupiais. Para representação sinóptica da região e estudos parasitológicos, uma parcela dos animais capturados foi coletada. Dentre esses, morcegos foram preparados para preservação em líquido (álcool 70° GL) e encontram-se depositados temporariamente na Fiocruz Mata Atlântica. Roedores e marsupiais tiveram suas peles taxidermizadas e seus esqueletos preparados para preservação por via seca. Morcegos, marsupiais e roedores serão depositados na coleção de mamíferos do Departamento de Vertebrados do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Os animais capturados acima da cota permitida em licença tiveram seus dados bionômicos e sangue (roedores e marsupiais) coletados para estudos parasitológicos e soltos posteriormente em seus respectivos pontos de captura. Fêmeas com filhotes e animais muito jovens foram marcados e soltos.

Licenças e protocolos

As amostragens foram conduzidas sob as licenças SISBio 13373–1 (Didelphimorphia e Rodentia), SISBio 19037–1 (Chiroptera), INEA 020/2011, aditivos 1, 2 e 3 (Didelphimorphia, Rodentia e Chiroptera). Os protocolos de captura, manipulação e coleta foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Fundação Oswaldo Cruz (CEUA/Fiocruz): LW39/14 (Didelphimorphia e Rodentia), LW68/12 e LM–2/18 (Chiroptera). Os procedimentos de biossegurança seguiram as normas estabelecidas pela Comissão de Biossegurança da Fiocruz. As amostragens e trabalhos laboratoriais com roedores e marsupiais seguiram Lemos & D’Andrea (2014), enquanto os trabalhos com morcegos seguiram Moratelli & Calisher (2015).

Análises

O esforço amostral de captura para morcegos foi calculado multiplicando-se a área das redes pelo tempo de exposição, de acordo com Straube & Bianconi (2002). Foram realizadas 55 noites de amostragem, totalizando 59.400 m².h de esforço amostral. O esforço por área variou de 11.880 a 17.280 m².h. O sucesso de captura foi considerado baixo em todos os pontos, variando de 0,005 a 0,012 capturas/h.rede (Tabela 1).

Tabela 1. Esforço de captura, riqueza de espécies, número de indivíduos capturados (N) e sucesso de captura para morcegos por área (P1–P4) na EFMA.

Áreas	Amostragens	Riqueza	N	Esforço amostral (m ² .h)	Sucesso captura
P1	16	16	184	17.280	0,010
P2	16	17	213	17.280	0,012
P3	12	12	91	12.960	0,007
P4	11	10	69	11.880	0,005
Total	55	23	557	59.400	0,009

Para os pequenos mamíferos terrestres, o esforço amostral de captura foi calculado multiplicando-se o número de armadilhas pelo número de noites que elas permaneceram abertas. O sucesso de captura foi calculado pela razão entre o número de capturas e o esforço total empregado. O esforço amostral com armadilhas Sherman e Tomahawk totalizou 2.944 armadilhas-noite e o sucesso de captura foi de 0,003%. O esforço amostral com armadilhas de queda totalizou 120 baldes-noite, com sucesso de captura de 0,05% (Tabela 2).

Tabela 2. Esforço de captura, número de indivíduos capturados (N) e sucesso de captura para roedores e marsupiais por método de amostragem na área da EFMA.

Método	N	Esforço amostral	Sucesso de captura %
Sherman	2	1,472	0,0008
Tomahawk	17	1,472	0,007
Pitfall	12	120	0,05

A curva de acúmulo de espécies foi construída utilizando-se os estimadores de riqueza Jackknife 1 e Chao1, de acordo com as equações descritas em Magurran (2011), Chao (1984) e Colwel & Coddington (1994). Visando determinar a riqueza de marsupiais e roedores na EFMA, a qual se sobrepõe geograficamente a um dos principais remanescentes florestais da cidade do Rio de Janeiro, fizemos uma compilação dos nossos dados com os publicados recentemente por Gentile *et al.* (2018), que realizaram amostragens em áreas adjacentes ao PEPB dentro da EFMA em 2001 e de 2012 a 2015.

Para comparar a composição de espécies entre os pontos de amostragem do presente estudo com outras localidades, foram geradas matrizes de similaridade utilizando-se o índice de Jaccard, baseando-se na presença e ausência de cada espécie em cada ponto amostral. Para comparação das taxocenoses de roedores e marsupiais, apenas as espécies de terras baixas e de submontanas (até 600 m) foram usadas nas comparações. Para comparar a taxocenose de morcegos, roedores e marsupiais da EFMA com a de outros blocos de vegetação do RJ, foram utilizadas listas de espécies disponíveis na

literatura (Tabelas 3 e 4), apenas as listas que utilizaram as mesmas metodologias foram consideradas nas comparações. As listas com as espécies estão disponíveis nas tabelas A1 (morcegos) e A2 (roedores e marsupiais). Essa comparação entre as taxocenoses foi feita utilizando-se uma análise de escalonamento multidimensional não-métrica (nMDS) com base nas similaridades obtidas pelo índice de Jaccard.

Tabela 3. Localidades selecionadas para comparação da diversidade de morcegos nos blocos de vegetação remanescente de Mata Atlântica do RJ. A unidade de medida do esforço amostral é m².h.

Região	Área de Comparação	N de capturas / N de spp. / Esforço amostral
Norte Fluminense	Parque Estadual do Desengano (PED) ¹	116 / 15 / 6.700 m ² .h
Serrana Central	Reserva Biológica do Tinguá (RBT) ²	655 / 28 / 40.176 m ² .h
Serrana Central	Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) ³	203 / 16 / 8.172 m ² .h
Serrana Central	Reserva Ecológica de Guapiaçu (REGUA) ⁴	1290 / 33 / 116.640 m ² .h
Serra da Mantiqueira	Parque Nacional do Itatiaia (PNI) ⁵	222 / 22 / 33.195 m ² .h
Serra da Mantiqueira	Visconde de Mauá (VM) ⁶	194 / 13 / 10.135 m ² .h
Sul Fluminense	Reserva Rio das Pedras (RDP) ⁷	1228 / 30 / 242.424 m ² .h
Sul Fluminense	Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) ⁸	63 / 10 / 5.184 m ² .h
Metropolitana	Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) ⁹	681 / 24 / –
Metropolitana	Parque Natural Municipal da Prainha (PNMP) ¹⁰	402 / 19 / 15.900 m ² .h
Metropolitana	Parque Natural Municipal da Mendanha (PNMM) ¹¹	874 / 25 / 81.738 m ² .h
Metropolitana	Floresta da Tijuca (FTJ) ¹²	4043 / 40 / 119.519 m ² .h

Referência e gradiente altitudinal das localidades selecionadas para comparação: 1- Modesto *et al.* (2008; 1060–1425 m); 2- Dias & Peracchi (2002; 65–1270 m); 3- Moratelli & Peracchi (2007; 500–1000 m); 4- Souza *et al.* (2015; 20–1600 m); 5- Martins (2011; 500–1000 m); 6- Luz *et al.* (2013; 1200–1600m); 7- Luz *et al.* (2011; 20–1050 m); 8- Delciellos *et al.* (2012; 785–1121 m); 9- Dias *et al.* (2002; 100–1000 m); 10- Pinto (2008; 0–500 m); 11- Novaes *et al.* (2016; 100–480 m); 12- Esbérard (2003; 50–800 m).

Tabela 4. Localidades selecionadas para comparação da diversidade de pequenos mamíferos não-voadores nos blocos de vegetação remanescente de Mata Atlântica do RJ. A unidade de medida do esforço amostral é armadilhas/noite.

Região	Área de comparação	N de capturas / N de spp. / Esforço amostral
Norte Fluminense	Parque Estadual do Desengano (PED) ¹	113 / 16 / 756
Serrana Central	Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) ²	– / 28 / 55.930
Serrana Central	Município de Sumidouro (MSD) ³	– / 13 / 5.700
Serrana Central	Município de Teresópolis (MTP) ⁴	489 / 13 / 12.960
Serrana Central	Reserva Biológica de Poço das Antas (RBPA) ⁵	– / 12 / 51.122

Sul Fluminense	Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) ⁶	67 / 17 / –
Metropolitana	Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) ⁷	160 / 12 / 13.200
Serra da Mantiqueira	Parque Nacional do Itatiaia (PNI) ⁸	– / 38 / –
Metropolitana	Estação Biológica Fiocruz (EFMA) ⁹	171 / 6 / –

Referência e gradiente altitudinal das localidades selecionadas para comparação: 1- Modesto *et al.* (2008; 400–1300 m); 2- Olifiers *et al.* (2007; 500–1000 m); 3- D'Andrea *et al.* (2007; 355–100 m); 4- Vaz *et al.* (2007; 500–1000 m); 5- Viveiros de Castro & Fernandes (2003; 500–1100 m); 6- Delciellos *et al.* (2012; 500–1150 m); 7- Oliveira *et al.* (2012; 100–1000 m); 8- Geise *et al.* (2004; 500–1000 m); 10- Gentile *et al.* (2018; 100–1000 m).

RESULTADOS

Riqueza de morcegos

Foram capturados 557 morcegos representando 23 espécies e 17 gêneros distribuídos nas famílias Phyllostomidae, Molossidae e Vespertilionidae (Tabela 4). Phyllostomidae compreendeu a maior riqueza, com 20 espécies distribuídas em oito subfamílias (Micronycterinae, Desmodontinae, Phyllostominae, Glossophaginae, Lonchophyllinae, Carollinae, Glyphonycterinae e Stenodermatinae), dentre as quais, Phyllostominae e Stenodermatinae apresentaram as maiores riquezas, com sete e oito espécies, respectivamente; Vespertilionidae foi representada por duas espécies de *Myotis*; e Molossidae foi representada apenas por *Molossus molossus* (Tabela 5).

Tabela 5. Diversidade taxonômica e de guildas tróficas da quiropterofauna da EFMA, com ocorrência por área (P1–P4; [X] presença, [–] ausência) e frequência relativa (FR) para toda a área da EFMA. A taxocenose está organizada por família (e subfamília de Phyllostomidae) e espécie, com indicação da guilda trófica de cada espécie seguindo Kalko *et al.* (1996).

Táxon	P1	P2	P3	P4	FR (%)	Guilda trófica
Phyllostomidae, Micronycterinae						
<i>Micronycteris microtis</i>	X	X	–	–	0,4%	Insetívora
<i>Micronycteris minuta</i>	X	X	X	X	1,3%	Insetívora
Phyllostomidae, Desmodontinae						
<i>Desmodus rotundus</i>	X	X	X	–	7,9%	Hematófaga
Phyllostomidae, Phyllostominae						
<i>Mimon bennettii</i>	–	X	X	–	0,4%	Insetívora
<i>Phyllostomus hastatus</i>	X	X	–	–	1,9%	Onívora
<i>Tonatia bidens</i>	X	X	X	X	1,3%	Carnívora
<i>Trachops cirrhosus</i>	–	X	–	–	0,2%	Carnívora
Phyllostomidae, Glossophaginae						
<i>Anoura caudifer</i>	X	–	–	X	0,6%	Nectarívora
<i>Glossophaga soricina</i>	X	X	–	–	1,7%	Nectarívora

Phyllostomidae, Lonchophyllinae						
<i>Lonchophylla peracchii</i>	-	X	-	-	0,6%	Nectarívora
Phyllostomidae, Carollinae						
<i>Carollia perspicillata</i>	X	X	X	X	28,7%	Frugívora
Phyllostomidae, Glyphonycterinae						
<i>Glyphonycteris sylvestris</i>	-	-	X	-	0,2%	Insetívora
Phyllostomidae, Stenodermatinae						
<i>Artibeus fimbriatus</i>	X	X	X	X	4,5%	Frugívora
<i>Artibeus lituratus</i>	X	X	X	X	37,8%	Frugívora
<i>Artibeus obscurus</i>	X	X	X	X	1,9%	Frugívora
<i>Platyrrhinus recifinus</i>	-	-	X	-	0,3%	Frugívora
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	X	-	-	-	0,3%	Frugívora
<i>Sturnira liliium</i>	X	X	X	X	3,2%	Frugívora
<i>Sturnira tildae</i>	X	-	-	-	0,8%	Frugívora
<i>Vampyressa pusilla</i>	-	X	X	-	1,4%	Frugívora
Molossidae						
<i>Molossus molossus</i>	X	-	-	-	0,4%	Insetívora
Vespertilionidae Subfamília Myotinae						
<i>Myotis nigricans</i>	X	X	-	X	2,6%	Insetívora
<i>Myotis riparius</i>	-	X	-	X	1,9%	Insetívora

Com relação à diversidade de guildas tróficas, foram registradas espécies insetívoras aéreas e catadoras, frugívoras, hematófagas e nectarívoras. As espécies frugívoras e insetívoras catadoras apresentaram as maiores riquezas, com sete e nove espécies, respectivamente, mas os morcegos frugívoros concentraram o maior número de capturas (Tabela 5).

A curva de acúmulo de espécies da EFMA (Figura 3) não indica estabilização, e os estimadores de riqueza indicaram variação de 13 a 27 espécies para as áreas de amostragem P1 a P4, e, considerando toda a EFMA, os estimadores indicaram 25–26 espécies (Tabela 6). Assim, as amostragens registraram 85–89% da riqueza estimada para a EFMA. *Artibeus lituratus* e *C. perspicillata* foram as espécies mais abundantes, somando 66% dos indivíduos amostrados na EFMA (Tabela 5, Figura 4). Em cada área (P1–P4) essas duas espécies também foram as mais abundantes, porém a composição de espécies variou entre as áreas (Tabela 5).

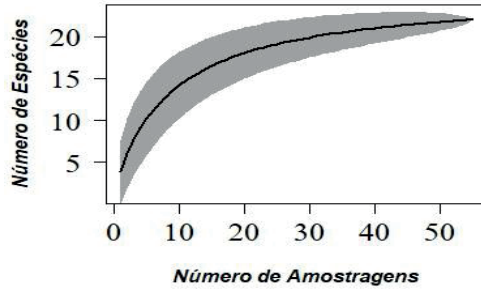


Figura 3. Curva de acúmulo de espécies de morcegos registradas para a EFMA. Intervalo de confiança de 95%.

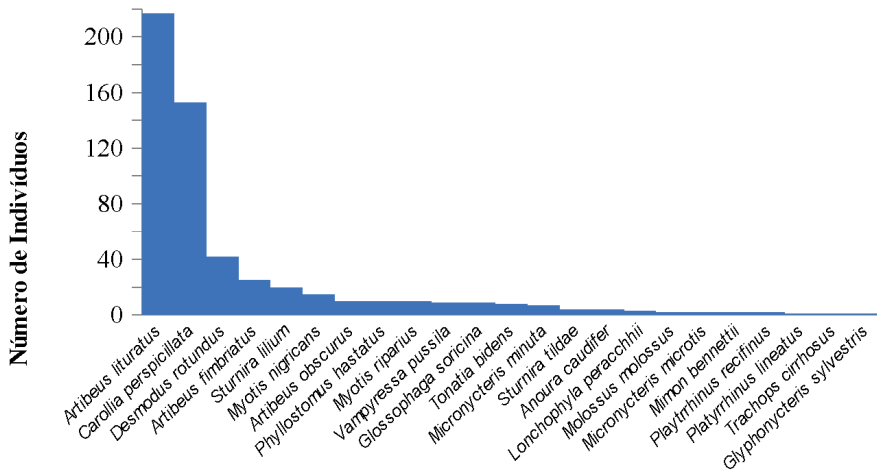


Figura 4. Número de indivíduos por espécie de morcego registrada para as quatro áreas amostradas na EFMA.

Tabela 6. Riqueza de espécies de morcegos observada e estimada para cada área (P1–P4) e para toda a EFMA. A riqueza estimada foi calculada pelos estimadores Jackknife1 e Chao1.

Pontos	Espécies	Jackknife1	Chao 1	% amostrado (Jack1, Chao1)
P1	16	20,7	27,7	77,4%, 57,7%
P2	17	22,6	25,4	75,2%, 66,9%
P3	12	15,7	13,8	76,6%, 86,8%
P4	10	13,6	15,6	73,4%, 64,7%
EFMA	23	26,9	25,6	85,4%, 89,8%

As quatro áreas amostradas apresentaram diferenças quanto ao número de capturas e espécies, sendo o P2 o mais rico em espécies e o que concentrou o maior

número de capturas, com 17 espécies e 213 capturas; seguido do P1 com 16 espécies e 184 capturas; P3 com 12 espécies e 91 capturas; e o P4 com 10 espécies e 69 capturas (Tabela 3). Contudo, a composição encontrada foi diferente, com espécies exclusivas em três áreas. Dentre essas, *S. tildae*, *A. caudifer* e *M. molossus* foram registradas apenas no P1; *T. cirrhosus* e *L. peracchii* foram registradas apenas no P2; e *G. sylvestris* foi registrada apenas no P3 (Tabela 4).

Os resultados da análise de similaridade na composição de espécies de morcegos indicaram que as áreas P1 e P2 são mais similares entre si do qualquer uma delas em relação às demais (Figura 5), o que pode estar relacionado à maior distância geográfica do P3 e P4 em relação ao P1 e P2, considerando que os pontos estão ca. 1 km distantes entre eles (Figura 2). De um modo geral, a diferença na composição de espécies entre áreas ficou em torno de 50%. Mesmo entre as áreas mais similares (P1 e P2), foi observada diferença na composição de espécies e na abundância das espécies mais frequentes (Tabela 4).

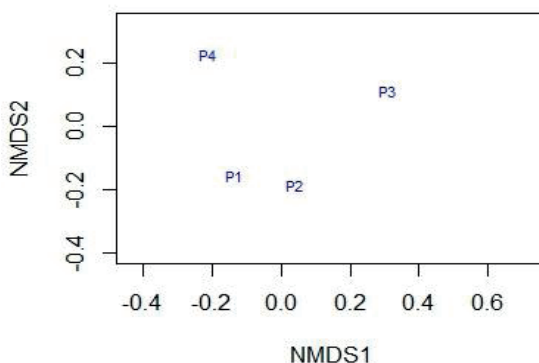


Figura 5. Análise de escalonamento multidimensional entre as áreas amostradas (P1–P4), considerando-se a composição de espécies de morcegos na EFMA. Utilizou-se a distância de Jaccard com a presença e ausência de cada espécie. (Valor do stress da análise – 0,1531).

Comparação entre taxocenoses de morcegos

A taxocenose de morcegos da EFMA foi comparada com as de outras localidades nos cinco grandes blocos de remanescentes de vegetação do RJ (Tabelas 1, A1). Com base nos valores obtidos na matriz de similaridade, a taxocenose da EFMA revelou-se mais similar à de duas localidades do Bloco da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PNMM e PEPB-NPF), duas localidades do Bloco da Região Serrana Central (REGUA e RBT) e uma localidade do Bloco da Região Sul Fluminense (RRP; Figura 6). Em escala mais abrangente, comparando a taxocenose do Bloco da Região Metropolitana (PNMM, PEPB-NPF, EFMA) com as dos demais blocos, esse se aproxima mais do Bloco da Região

Serrana Central (REGUA e RBT), exceto pela taxocenose do PARNASO (Figura 6).

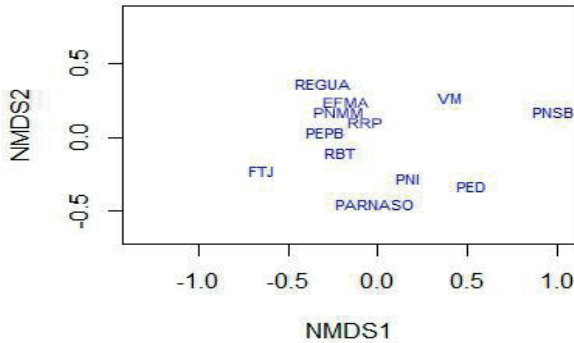


Figura 6. Análise de escalonamento multidimensional, considerando a composição de espécies de morcegos entre diferentes localidades dos cinco blocos de remanescentes de vegetação do RJ. Utilizou-se a distância de Jaccard com a presença e ausência de cada espécie. (Valor do stress da análise: 0,1531). Localidades: Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA, presente estudo); Parque Natural Municipal do Mendanha (PNMM, NOVAES et al., 2016); Floresta da Tijuca (FTJ, ESBÉRARD, 2003); Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB, DIAS et al., 2002); Parque Estadual do Desengano (PED, MODESTO et al., 2008); Reserva Biológica do Tinguá (RBT, DIAS; PERACCHI, 2008); Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO; MORATELLI; PERACCHI, 2007); Reserva Ecológica de Guapiáçu (REG, SOUZA et al., 2016); Reserva Rio das Pedras (RRP, LUZ et al., 2011); Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB, DELCIELLOS et al., 2012); Parque Nacional de Itatiaia (PNI, MARTINS, 2011); Visconde de Mauá (VM, LUZ et al., 2013).

Diversidade de marsupiais e roedores

O esforço amostral com armadilhas Sherman e Tomahawk totalizou 2.944 armadilhas–noite, e o sucesso de captura foi de 0,003%. O esforço amostral com armadilhas de queda (*pitfall*) totalizou 120 baldes–noite, com sucesso de captura de 0,05% (Tabela 2). Foram capturados 31 indivíduos, sendo duas espécies de marsupiais, *Didelphis aurita* ($N = 16$) e *Monodelphis americana* ($N = 8$); e uma de roedor, *Oligoryzomys nigripes* ($N = 7$). Nossas amostragens por armadilhas Sherman e Tomahawk obtiveram duas espécies (*D. aurita* e *O. nigripes*), sendo *D. aurita* a mais abundante e coletada em todas as áreas de amostragens. *Oligoryzomys nigripes* foi coletado em áreas de transição e áreas preservadas, não sendo amostrado em peridomicílio nessas coletas. As amostragens pelas armadilhas de queda obtiveram apenas uma espécie (*M. americana*). Durante os trabalhos de campo, três outras espécies de pequenos mamíferos foram registradas por meio de visualizações diretas (*Metachirus nudicaudatus*, *Coendou spinosus* e *Guerlinguetus brasiliensis*), sendo identificadas por morfologia externa, uma vez que não foram capturadas. A curva de acúmulo de espécies não mostrou estabilizar-se (Figura 7), e os índices de riqueza estimada indicaram valores maiores (nove espécies) que o da riqueza obtida (seis espécies), indicando um percentual de 67% das espécies presentes amostradas (Tabela 7).

Para entendermos como está estruturada essa taxocenose de roedores e marsupiais na EFMA, com os dados compilados aos de Gentile *et al.* 2018 (Tabela 8), construímos uma matriz de similaridade entre os pontos de amostragens para roedores e marsupiais na EFMA (Figura 8). A maior similaridade foi registrada entre AM (Floresta em estágio intermediário de regeneração) e FP (Floresta Preservada em estágio avançado de regeneração), com valor muito próximo de 0 (0,250). As áreas de PD (Peridomicílio) e AM (Floresta em estágio intermediário de regeneração), e AT (Floresta de Transição) e FP (Floresta em estágio avançado de regeneração) foram as menos similares entre os pontos, com valores equivalentes a 0,625 para ambos, indicando dissimilaridade na composição de espécies entre essas áreas (Figura 8).

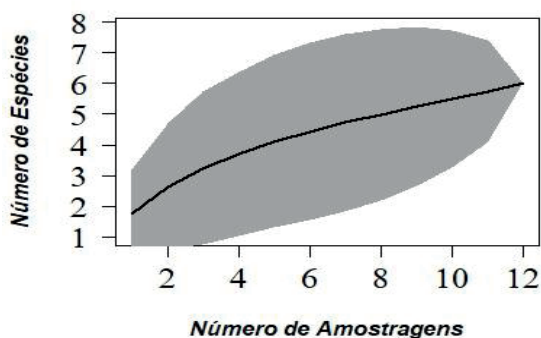


Figura 7. Curva de acúmulo de espécies para roedores e marsupiais registrados na EFMA. Intervalo de confiança de 95%.

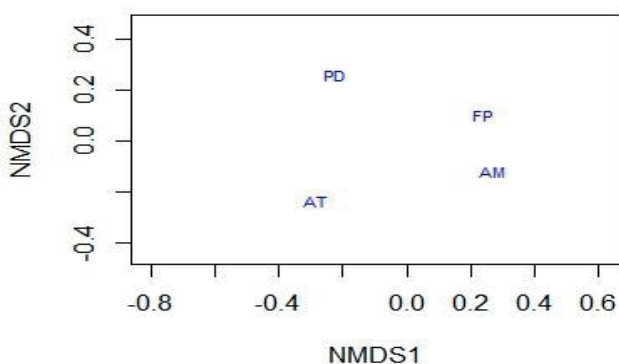


Figura 8. Análise de escalonamento multidimensional entre as áreas amostradas, considerando-se a composição de espécies de roedores e marsupiais. Utilizou-se a distância de Jaccard com a presença e ausência de cada espécie. (Valor do stress da análise: 0,1531). Legenda: (PD = Peridomicílio, AT = Floresta de transição, AM = Floresta em estágio intermediário de regeneração, FP = Floresta em estágio avançado de regeneração)

Tabela 7. Riqueza de espécies de roedores e marsupiais observada e estimada para cada área e para toda a EFMA. A riqueza estimada foi calculada pelos estimadores Jackknife1 e Chao1.

Área	Espécies	Jackknife1	Chao 1	% Amostrado (Jack1, Chao1)
PD	1	–	–	11%
AT	2	–	–	22%
FP	2	–	–	22%
AM	3	–	–	33%
EFMA	6	9	9	67%

Tabela 8. Espécies de roedores e marsupiais amostradas pelo presente estudo para a EFMA e por Gentile et al. (2018) para a EFMA e áreas adjacentes.

Táxon	Presente estudo	Gentile et al. 2018
<i>Didelphidae, Didelphinae</i>		
<i>Didelphis aurita</i>	X	X
<i>Marmosa paraguayana</i>	-	X
<i>Metachirus nudicaudatus</i>	X*	X
<i>Gracilinanus microtarsus</i>	-	X
<i>Monodelphis americana</i>	X	X
<i>Cricetidae, Sigmodontinae</i>		
<i>Akodon cursor</i>	-	X
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	X	X
<i>Erethizontidae, Erethizontinae</i>		
<i>Coendou spinosus</i>	X*	X
<i>Sciuridae, Sciurinae</i>		
<i>Guerlinguetus ingrani</i>	X*	-

*Registros de visualização. Gentile et al. (2018) registraram também *Rattus rattus*, mas ela não foi reportada aqui por se tratar de uma espécie introduzida.

Comparação entre as taxocenoses de roedores e marsupiais

A taxocenose de roedores e marsupiais da EFMA foi comparada com as de outras localidades nos cinco grandes blocos de remanescentes de vegetação do RJ (Tabelas 2, A2). Com base nos valores obtidos na matriz de similaridade (Figura 9), a taxocenose da EFMA revelou-se mais similar à do PEPB. A segunda maior similaridade foi entre PEPB e RBPA, essa última no Bloco da Baixada Litorânea (Figura 9). Os blocos Norte e Sul Fluminense (PED, PNSB) apresentaram a terceira maior similaridade entre as áreas (Figura 9). Considerando-se a posição geográfica desses dois fragmentos, percebemos que eles se localizam nos extremos do estado do RJ, contudo, no período pré-colonização,

essas áreas estavam conectadas em um grande remanescente que cobria todo o estado. O bloco da região Serrana, com os quatro trabalhos comparados (PARNASO, MSD, MTP e RBPA), apresenta dissimilaridade entre seus estudos, ficando o trabalho do PARNASO com uma similaridade próxima ao bloco da região da Serra da Mantiqueira, PNI e do Sul Fluminense (PNSB). Com isso, observam-se dois agrupamentos, um formado por EFMA, PEPB e RBPA e outro formado por PED, PNSB, PARANSO e PNI, sendo as localidades MSD e MTP as mais discrepantes do conjunto analisado (Figura 9).

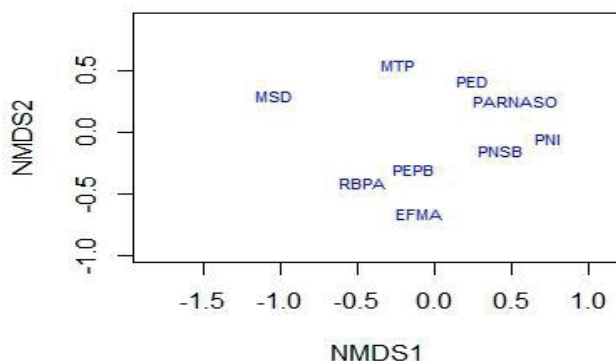


Figura 9. Análise de escalonamento multidimensional, considerando-se a composição de espécies de roedores e marsupiais entre as áreas florestais do remanescente de Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro, RJ. Utilizou-se a distância de Jaccard com a presença e ausência de cada espécie. (Valor do stress da análise: 0,1531). Localidades: Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA, presente estudo + GENTILE *et al.*, 2018); Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB, OLIVEIRA *et al.*, 2012); Parque Estadual do Desengano (PED, MODESTO *et al.*, 2008); Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO, OLIFIERS *et al.*, 2007); Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB, DELCIELLOS *et al.*, 2012); Município de Sumidouro (MSD, D'ANDREA *et al.*, 2007); Parque Nacional do Itatiaia (PNI, GEISE *et al.*, 2004); Município de Teresópolis (MTP, VAZ *et al.*, 2007); Reserva Biológica de Poço das Antas (RBPA, VIVEIROS DE CASTRO & FERNANDES, 2003).

DISCUSSÃO

A Mata Atlântica do RJ compreendia um único contínuo florestal (ROCHA *et al.*, 2003). A fragmentação, perda de habitat e isolamento dos remanescentes resultou no declínio populacional de muitas espécies e consequente perda de biodiversidade (ROCHA *et al.*, 2000), incluindo mamíferos, que em áreas mais isoladas em geral são representados por espécies mais generalistas e de ampla distribuição (BERGALLO *et al.*, 2000). Assim, apesar da fragmentação e insularização dos fragmentos, é esperada uma similaridade entre as taxocenoses de mamíferos dos blocos de remanescentes de vegetação do RJ, com muitas espécies comuns a eles (GOMES; ESBÉRARD, 2017).

Para a EFMA registramos 23 espécies de morcegos, o que representa 85–89% da riqueza estimada. Entretanto, essa estimativa serve apenas para comparações entre taxocenoses, uma vez que a metodologia empregada privilegia a captura de filostomídeos de sub-bosque (BERNARD *et al.*, 2003), ficando subamostrada uma parcela significativa da fauna. Nesse contexto, nossos resultados revelaram uma alta abundância de morcegos filostomídeos em todas as áreas. Além do viés amostral gerado pela metodologia, algumas espécies de filostomídeos são plásticas no uso do ambiente (ANDRADE *et al.*, 2013). Dentre essas, destacam-se *A. lituratus* e *C. perspicillata*, que compreenderam 66% do total de capturas, com elevada abundância em todas as localidades, assim como já reportado para outras áreas da Mata Atlântica (*e.g.*, ESBÉRARD *et al.*, 1994; FARIA, 1997).

Dias *et al.* (2002) registraram 24 espécies de morcegos para o PEPB-NPF, com *C. perspicillata* e *A. lituratus* apresentando as maiores frequências de ocorrência, compondo cerca de 60% da amostra. Por estar geograficamente próxima ao PEPB, a Floresta da Tijuca possui uma composição de espécies semelhantes à da EFMA, com abundância de filostomídeos e algumas espécies de famílias menos frequentes (ESBÉRARD, 2003). Comparando-se com outras taxocenoses dos demais blocos de vegetação do RJ, ainda assim nota-se uma elevada similaridade na composição de espécies, o que pode ser explicado pela elevada vagilidade dos morcegos.

Com relação aos pequenos mamíferos não-voadores, duas espécies de marsupiais (*D. aurita* e *M. americana*) e uma de roedor (*O. nigripes*) foram registradas na EFMA no presente estudo. Adicionando os resultados obtidos por Gentile *et al.* (2018) para a EFMA, assim como as espécies registradas por observação direta, nove espécies de roedores e marsupiais ocorrem na EFMA. Oliveira *et al.* (2012) registraram 10 espécies de pequenos mamíferos (4 spp. de roedores e 6 spp. de marsupiais) para o PEPB. Dentre essas, a única espécie não registrada para a EFMA é *Philander quica*.

Oliveira *et al.* (2012) não encontraram relação do número de animais capturados com as cotas altitudinais, mas sim com a heterogeneidade do ambiente, o que pode se explicar pela maior oferta de recursos alimentares. Pardini & Umetsu (2006) analisaram a distribuição altitudinal das espécies de pequenos mamíferos não-voadores da Reserva Florestal de Morro Grande, município de Cotia, SP, onde observaram que roedores e marsupiais exerceram influência marcante na dinâmica funcional local, funcionando como dispersores de sementes, plântulas e fungos micorrízicos, sendo a heterogeneidade da floresta de grande importância para a ocorrência e distribuição dos pequenos mamíferos na escala estudada.

Na área da EFMA, observou-se uma maior heterogeneidade do habitat nas áreas de floresta perturbada (área de transição) e no peridomicílio (GENTILE *et al.*, 2018), resultando em maior riqueza de espécies de pequenos mamíferos não-voadores nesses ambientes em relação às áreas mais preservadas da floresta. Além disso, a área de transição e o peridomicílio apresentaram maior similaridade na composição de espécies, o

que era de se esperar, pois apresentam grau de interferência antrópica semelhante. Esses resultados podem indicar a ocorrência do fenômeno de “floresta vazia”, na qual a pressão antrópica do entorno da floresta estaria levando à perda de espécies, principalmente as especialistas (GENTILE *et al.*, 2018). Cabe destacar que a maioria das espécies de pequenos mamíferos encontradas é generalista ou oportunista, principalmente as mais abundantes. Considerando-se a fauna do estado do Rio de Janeiro, estudos anteriores indicaram que espécies mais especialistas, como alguns marsupiais, têm ocorrência mais rara que espécies mais generalistas (BERGALLO *et al.*, 2000). Para se amostrar espécies raras e que usualmente não são capturadas nos métodos convencionais, é importante abranger um grande número de pontos de amostragem, cobrindo a maior variedade possível de ambientes, assim como as estações do ano.

Em alguns destes estudos realizados no Estado do Rio de Janeiro (VAZ *et al.*, 2007; D’ANDREA *et al.*, 2007; OLIFIERS *et al.*, 2007; DELCIELLOS *et al.*, 2012; GENTILE *et al.*, 2018), nota-se a alta taxa de captura de *D. aurita*, o que indica que essa espécie, além de ser bastante generalista no uso do ambiente, mantém altas populações em ambientes perturbados. Na EFMA, *D. aurita* foi a espécie mais frequentemente capturada em armadilhas. De acordo com Gentile *et al.* (2004) e Kajin *et al.* (2008), a ausência de predadores e a grande oferta de recursos alimentares nas áreas de florestas perturbadas e de interface silvestre-urbana podem suportar maiores populações de *D. aurita* no território.

Comparando-se as taxocenoses da EFMA com a de outras localidades do RJ, observa-se uma maior similaridade com as taxocenoses do PEPB e com a RBPA, essa última situada na Baixada Litorânea. Esse resultado era esperado, não apenas pela maior proximidade geográfica, mas também por compreenderem áreas mais baixas e mais próximas ao litoral, uma vez que a composição de espécies de uma área reflete a distribuição espacial destas. As taxocenoses de localidades mais preservadas (PNI [37 spp.], PARNASO [33 spp.], PED [23 spp.], PNSB [21 spp.]) revelaram-se mais similares entre si e com maior riqueza de espécies de roedores e marsupiais, o que pode ser devido não somente ao grau de preservação, mas também à duração dos inventários e metodologias empregadas nessas áreas, apesar de cada uma se localizar em um bloco diferente de remanescentes florestais do RJ. A baixa riqueza de espécies de roedores e marsupiais na EFMA pode ser explicada pela insularização do remanescente de vegetação, pela presença constante de animais domésticos que interferem na fauna local e pela baixa capacidade de movimentação de algumas espécies, principalmente de roedores sigmodontíneos, o que dificulta a recolonização das áreas.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários da Área de Saúde Ambiental da Fiocruz Mata Atlântica, pela ajuda nos trabalhos de campo. Aos funcionários e alunos do Laboratório de Biologia e

Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios (IOC/Fiocruz), Laboratório de Biologia de Tripanosomatídeos (IOC/Fiocruz). Ao Dr. Paulo D'Andrea, pelas licenças do ICMBio e INEA. Ao Dr. Bernardo R. Teixeira, do LABPRM, pela identificação dos roedores. Ao Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA), pela licença de coleta. Este projeto foi financiado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro/FAPERJ (E-26/111.296/2014; E-26/203.274/2017; E-26/202.487/2018; E-26/210.254/2018) e Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz). JAT e TSC receberam bolsas CAPES (Código de financiamento 001) e INOVA/FIOCRUZ. RG recebeu bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq (304355/2018-6 e 303643/2022-6). RM recebeu bolsa JCNE/FAPERJ (E-26/203.274/2017) e bolsa de produtividade do CNPq PQ2 (313963/2018-5).

LITERATURA CITADA

ANDRADE, T. Y.; THIES, W.; ROGERI, P. K.; KALKO, E. K. V.; MELLO, M. A. R. Hierarchical fruit selection by Neotropical leafnosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). **Journal of Mammalogy**. 2013; 94: 1094–1101.

ANTHONY, E. L. P. Age determination in bats, p. 47–58. *In*: KUNZ, T. H. (Ed.). **Ecological and behavior methods for the study of bats**. Washington, Smithsonian Institution Press. 1988; XXII, 533 p.

BERGALLO, H. G.; GEISE, L.; BONVICINO, C. R.; CERQUEIRA, R.; D'ANDREA, O. S.; ESBÉRARD, C. E.; FERNANDEZ, F. A. Z.; GRELE, C. E.; PERACCHI, A.; SICILIANO, S.; VAZ, S. M. Mamíferos. *In*: BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; ALVES, M. A. S.; VAN SLUYS, M. (Org.). **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2000a; p. 125–135.

BERNARD, E.; FENTON, M. B. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in central Amazonia, Brazil. **Biotropica**. 2003; 35: 262–277.

BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A.; D'ANDREA, P. S. **Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos**. Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS. 2008; 120 p.

CÁCERES, N. C.; LESSA, L. G. O papel de marsupiais na dispersão de sementes. *In*: **Os Marsupiais do Brasil** (N.C. Cáceres, org.). 2nd Ed. Editora UFMS, Campo Grande. 2012; p. 407 – 423.

CHAO, A. Non-parametric estimation of the classes in a population. **Scandinavian Journal of Statistics**. 1984; 11: 265– 270.

COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci**. 1994 Jul 29;345(1311):101-18. doi: 10.1098/rstb.1994.0091. PMID: 7972351.

D'ANDREA, P.; GENTILE, R.; MAROJA, L.; FERNANDES, F.; COURA, R.; CERQUEIRA, R. Small mammal populations of an agroecosystem in the Atlantic Forest domain, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** [Internet]. 2007;67(1):179–86.

DELICIELLOS, A. C.; NOVAES, R. L. M.; LOGUERCIO, M. F. C.; GEISE, L.; SANTORI, R. T.; SOUZA, R. F.; PAPI, B. S.; RAICES, D. S. L.; VIEIRA, N. N.; FELIX, S.; DETOGNE, N.; SILVA, C. C. S.; BERGALLO, H. G.; ROCHA–BARBOSA, O. Mammals of Serra da Bocaina National Park, state of Rio de Janeiro, 41southeastern Brazil. **Check List**. 2012; 8(4):675–692.

DIAS, D.; PERACCHI, A. L.; SILVA, S. S. P. Quirópteros do Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro, Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**. 2002;19(2):113–40.

DIAS, D.; PERACCHI, A. L. Quirópteros da Reserva Biológica do Tinguá, estado do Rio de Janeiro, sudeste e do Brasil (Mammalia: Chiroptera). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba. 2002; 25(2):333–369.

DOMINGUES, L. C. S. M.; RODRIGUES, C. Campus Fiocruz da Mata Atlântica: o desafio de implantação de um novo Campus associando a promoção da conservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico em uma área de fronteira junto ao Parque Estadual da Pedra Branca, Município do Rio de Janeiro. Fiocruz. *In: Anais do Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo – APP Urbana*. São Paulo. FAUUSP. 2007.

ESBÉRARD, C. E. L.; BERGALLO, H. G. Influência do esforço amostral na riqueza de espécies de morcegos no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 2008;25(1):67–73.

ESBÉRARD, C. E. L. Diversidade de morcegos em área de Mata Atlântica regenerada no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zociências**. 2003;5(2):189–204.

ESBÉRARD, C. L.; NOGUEIRA, M. R.; MOELIN, M. A. O.; SANTANA, A. M. C.; POL, A. Análise preliminar dos problemas com morcegos no Município do Rio de Janeiro (RJ, Brasil). *In: Anais do I Encontro Brasileiro de Ciências Ambientais*. 1994; 1:348–362.

FARIA, D. M. Os morcegos de Santa Genebra, p. 100106. *In: MORELLATO, P. C.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). Ecologia e Preservação de Uma Floresta Tropical Urbana – Reserva de Santa Genebra, Campinas, Editora da UNICAMP*. 1997; 136 p.

GARBINO, G. S. T.; GREGORIN, R.; LIMA, I. P.; LOUREIRO L.; MORAS, L. M.; MORATELLI, R.; NOGUEIRA, M. R.; PAVAN, A. C.; TAVARES, V. C.; DO NASCIMENTO, M. C.; PERACCHI, A. L. 2020. **Updated checklist of Brazilian bats**: versão 2020. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil - CLMB. Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (Sbeq). Disponível em: <https://www.sbeq.net/lista-de-especies> Acesso em: 02 jun. 2021.

GARDNER, A. L. **Mammals of South America**. V. 1. Chicago and London: University of Chicago Press. 2008; 690 p.

GEISE, L.; PEREIRA, L. G.; BOSSI, D. E. P.; BERGALLO, H. G. Pattern of elevational distribution and richness of non volant mammals in Itatiaia National Park and its surroundings, in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology** [Internet]. 2004;64(3b):599–612. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151969842004000400007&lng=en&nrm=iso&tlng=em

GENTILE, R.; CARDOSO, T. S.; COSTA-NETO, S. F.; TEIXEIRA, B. R.; D'ANDREA, P. S. Community structure and population dynamics of small mammals in an urban–sylvatic interface area in Rio de Janeiro, Brazil. **Zoologia** [Internet]. 2018; 35:1–12. Disponível em: <https://zoologia.pensoft.net/articles.php?id=13465>

- GENTILE, R.; FINOTTI, R.; RADEMAKER, V.; CERQUEIRA, R. Population dynamics of four marsupials and its relation to resource production in the Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Mammalia**. 2004; 68(2–3):109–119.
- GOMES, L. A. C.; ESBÉRARD, C. E. L. Long-term bat study on an island in the southeastern Brazilian coast with comparison of richness and composition of species among sites. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** [Internet]. 2017; 52(1):43–52.
- HAN, B. A.; KRAMER, A. M.; DRAKE, J. M. Global Patterns of Zoonotic Disease in Mammals. **Trends Parasitol** 2016; 32:565–77. Doi:10.1016/j.pt.2016.04.007.
- JOHNSON, P. T. J.; DE ROODE, J. C.; FENTON, A. Why infectious disease research needs community ecology. **Science** (80) 2015; 349:1259504–1259504. doi:10.1126/science.1259504.
- KAJIN, M.; CERQUEIRA, R.; VIEIRA, M. V.; GENTILE, R. Nine-year demography of the black-eared opossum *Didelphis aurita* (Didelphimorphia: Didelphidae) using life tables. **Revista Brasileira de Biologia**. 2008. 25:206–213.
- KALKO, E. K. V.; HANDLEY JR, C. O.; HANDLEY, D. Organization, diversity and long-term dynamics of a Neotropical bat community. In: CODY, M. L.; SMALLWOOD, J. A. eds. **Long-term studies of vertebrate communities San Diego**, Academic Press. 1996. p. 503-553.
- KUNZ, T. H.; BRAUN DE TORREZ, E.; BAUER, D.; LOBOVA, T.; FLEMING, T. H. Ecosystem services provided by bats. In: **Annals of the New York Academy of Sciences**. 2011; 1223:1–38.
- KUNZ, T. H.; PARSONS, S. (org.). **Ecological and behavioral methods for the study of bats**. Maryland: Johns Hopkins. 2009. 901 p.
- LEMOS, E. R. S.; D'ANDREA, P. S. **Trabalho de campo com animais: procedimentos, riscos e biossegurança**. Rio de Janeiro: Fiocruz. 2014. 180 p.
- LUZ, J. L.; COSTA L. M.; JORDÃO–NOGUEIRA, T.; ESBÉRARD, C. E. L.; BERGALLO, H, G. Morcegos em área de Floresta Montana, Visconde de Mauá, Resende, Rio de Janeiro. **Biota Neotropica**. 2013;13(2):190–195.
- LUZ, J. L.; COSTA, L. M.; LOURENÇO, E. C.; ESBÉRARD, C. E. L. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) da Reserva Rio das Pedras, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**. 2011;11(1):95–102.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba, Editora UFPR. 2011; 261 p.
- MARTINS, M. A. **Riqueza, diversidade de espécies e variação altitudinal de morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Nacional do Itatiaia**, Rio de Janeiro, Brasil. 2011.
- MODESTO, T. C.; PESSÔA, F. S.; ENRICI, M. C.; ATTÍAS, N.; JORDÃO–NOGUEIRA, T.; COSTA, L. M.; ALBUQUERQUE, H. G.; BERGALLO, H. G. Mamíferos do Parque Estadual do Desengano, Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**. 2008(b); 8(4): 153–159.
- MORATELLI, R.; CALISHER, C. H. Bats and zoonotic viruses: can we confidently link bats with emerging deadly viruses? **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 2015; 110(1): 1–22.

MORATELLI, R.; PERACCHI, A. L. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. *In: Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos*. 2007; p. 193–209.

NOGUEIRA, M. R.; LIMA, I. P.; MORATELLI, R.; TAVARES, V. C.; GREGORIN, R.; PERACCHI, A. L. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List Journal of Species Lists Distribution**. Check List. 2014; 10:808–821.

NOVAES, R. L. M.; SOUZA, R. F.; FELIX, S.; SIQUEIRA, A. C.; LAURINDO, R. S.; MENEZES, L. F.; SHAPIRO, J. T. Seasonality and habitat influence on bat assemblage structure in an urban Atlantic Forest remnant from Southeastern Brazil. *Mammalia*. 2016.

OLIFIERS, N.; CUNHA GRELLE, C. E. V.; BONVICINO, C. R.; GEISE, L.; PEREIRA, L. G.; VIEIRA, M. V.; D'ANDREA, P. S.; CERQUEIRA, R. Lista de espécies de pequenos mamíferos não-voadores do Parque nacional da Serra dos Órgãos. **Ciência e Conservação na Serra dos órgãos**. Brasília: IBAMA, Centro Nacional de Informação, Tecnologias Ambientais e Editoração. 2007; p. 183-192.

OLIVEIRA, H. H.; SILVA, A. B.; GOMES, V.; QUINELATO, I. P. F.; MORELLI-AMARAL, V. F.; SERRA-FREIRE, N. M. *et al.* Roedores e marsupiais capturados no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro: distribuição e relação com o ambiente. **Revista Uniabeu** [Internet]. 2012;5(10):158–180. Disponível em: <http://revista.uniabeu.edu.br/index.php/RU/article/view/435>

PARDINI, R.; UMETSU, F. Pequenos mamíferos nãovoadores da Reserva Florestal do Morro Grande – distribuição das espécies e da diversidade em uma área de Mata Atlântica. **Biota Neotropica**. 2006; 6(2): 1–22.

PATTON, J. L.; PARDIÑAS, U. F.; D'ELIÁ, G. **Mammals of South America**. v. 2. Rodents. Chicago, University of Chicago Press. 2015. 1336 p.

PINTO, A. C. D. da C. **Comunidade de Quirópteros (Mammalia, Chiroptera) do Parque Natural Municipal da Prinha**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2008.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S.; VAN SLUYS, M. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. RiMa Editora, São Carlos. 2003.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S.; VAN SLUYS, M. **A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. RiMa Editora, São Carlos. 2003.

ROCHA, C. F. D.; VAN SLUYS, M.; ALVES, M. A. S.; BERGALLO, H. G. **Corredores de vegetação e sua importância em propostas de reflorestamento no Estado do Rio de Janeiro**. IQM-Verde, Fundação Cide, Centro de Informações e dados do Rio de Janeiro. 2001a. CD-ROM.

SOUZA, R. F.; NOVAES, R. L. M.; SIQUEIRA, A. C.; SAUWEN, C.; JACOB, G.; SANTOS, C. E. L. *et al.* Bats (Mammalia, Chiroptera) in a remnant of Atlantic Forest, Rio de Janeiro, southeastern Brazil. **Neotropical Biology Conservation**. 2015;10(1):9–14.

STODDART, D. M. **Ecology of small mammals**. Chapman & Hall, Londres. 1979.

STRAUBE, F. C.; BIANCONI, G. V. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**. 2002;1(2):150–152.

VAZ, V. C.; D'ANDREA, P. S.; JANSEN, A. M. Effects of habitat fragmentation on wild mammal infection by *Trypanosoma cruzi*. **Parasitology**. 2007;134(12):1785–1793.

VIVEIROS DE CASTRO, E. B.; FERNANDEZ, F. A. S. Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments in Brazil. **Biological Conservation**. 2004;119(1):73–80.

CAPÍTULO 8

RIQUEZA E DISTRIBUIÇÃO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE

Data de aceite: 13/03/2023

Iuri Veríssimo

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Gabriel Cupolillo

Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Beatriz Maria da Silva Jorge

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Roberto Leonan Morim Novaes

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Jonatas Amorim Tavares

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Saúde, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Monique Medeiros Gabriel

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Sócrates Fraga da Costa Neto

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Ademar Luiz Gomes do Couto

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Ellen Schmidt

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Amarildo Miranda

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Cecilia S. Andreazzi

Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Reservatórios, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Centro de Ecologia Funcional, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Ricardo Moratelli

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: Aqui apresentamos os resultados do levantamento da mastofauna de médio e grande porte da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) e analisamos sua distribuição ao longo das áreas definidas como peridomicílio, transição e proteção integral na EFMA. O estudo foi conduzido de 2018 a 2020. Para o levantamento utilizamos armadilhas fotográficas, entrevistas e observações ocasionais. Foram considerados válidos os registros de 16 espécies de mamíferos silvestres autóctones e uma alóctone distribuídas em 14 famílias e 7 ordens, além da presença de cães e gatos domésticos. Quatro espécies estão classificadas em alguma categoria de ameaça em níveis nacional ou internacional. Dentre elas, *Leontopithecus rosalia* (primeiro registro recente para a espécie no município do Rio de Janeiro em mais de cem anos) e *Leopardus guttulus* estão na categoria “Vulnerável” da IUCN e listadas no Anexo 1 da CITES; enquanto *Bradypus variegatus* e *Cerdocyon thous* estão listadas no Anexo 2. A maioria das espécies nativas foi registrada nos três tipos de habitat, mas com diferença na composição de registros de cada habitat. De maneira geral, a maioria das espécies foi registrada no peridomicílio, porém os resultados indicam que *Nasua nasua* e *Dasyprocta leporina* estão mais associadas às áreas de proteção integral. *Didelphis aurita* foi registrada na maioria dos pontos, porém com maior relação com a área de transição. Considerando apenas os registros das espécies silvestres, nossos resultados revelaram que a presença de cães e gatos domésticos influenciou a composição dos pontos, com menos registros de *Nasua nasua*, *Dasyprocta leporina* e *Didelphis aurita* nos pontos onde cães e gatos domésticos foram mais registrados. Este estudo é o primeiro esforço sistematizado sobre a ocorrência e distribuição de mamíferos de médio e grande porte na região do remanescente da Pedra Branca.

INTRODUÇÃO

A Floresta da Pedra Branca compreende o maior remanescente de floresta urbana do mundo e grande parte desse remanescente está preservado pelo Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), que ocupa todas as áreas acima da cota altitudinal de 100 m. A Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) está parcialmente sobreposta ao PEPB, em uma área de elevada pressão antrópica, cuja diversidade biológica, incluindo mamíferos, ainda é pouco conhecida em comparação a de outras localidades do estado do Rio de Janeiro, como a Floresta da Tijuca (FREITAS *et al.*, 2006; SILVA, 2017; SILVA *et al.*, 2018) e Serra dos Órgãos (CRONEMBERGER *et al.* 2019), respectivamente.

A EFMA está adjacente a seis comunidades com elevada vulnerabilidade social e condições precárias de saneamento. Essas comunidades estão adjacentes à borda da floresta e seus históricos de ocupação favorecem amplo contato entre fauna doméstica e silvestre, insetos vetores e humanos, o que constitui um ambiente favorável à circulação de patógenos de potencial zoonótico e não zoonótico entre animais e humanos (WHITE; RAZGOUR, 2020). Assim, do ponto de vista da vigilância de zoonoses de origem silvestre, o cenário da região merece atenção diferenciada, uma vez que surtos de doenças de origem zoonótica estão associados às interações entre patógenos e potenciais hospedeiros (geralmente mamíferos), modificações antrópicas no ambiente, incluindo perda e

degradação de habitat, fatores socioeconômicos e aumento demográfico (JONES *et al.*, 2008, DASZAK *et al.*, 2013).

Por fim, o conhecimento sobre os mamíferos de médio e grande porte encontrados na Floresta da Pedra Branca é resultado de registros ocasionais, uma vez que esforços sistematizados para o levantamento da mastofauna local foram empregados apenas para roedores, marsupiais (GENTILE *et al.*, 2018) e morcegos (TAVARES *et al.*, 2021). Assim, como parte de um projeto para entender as interfaces ecológicas que podem favorecer a circulação de patógenos zoonóticos e não zoonóticos entre animais silvestres, domésticos e humanos no território, de 2018 a 2020 realizamos o levantamento de mamíferos de médio e grande porte na EFMA. Neste capítulo apresentamos os resultados desse levantamento, incluindo a lista dos mamíferos de médio e grande porte compilada a partir de dados obtidos de armadilhas fotográficas, entrevistas e observações ocasionais, assim como a análise da distribuição dessa fauna. Este capítulo apresenta resultados publicados anteriormente por Veríssimo *et al.* (2022).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O levantamento foi realizado na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA; 22°56'25" S; 43°24'18" O, coordenadas centrais; WGS84; Figura 1), localizada na vertente leste do Maciço da Pedra Branca, região administrativa de Jacarepaguá, Zona Oeste do município do Rio de Janeiro, RJ. A EFMA possui 430 ha, dos quais 262 ha (61%) estão sobrepostos ao Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB). Compreende remanescentes de Floresta Ombrófila Densa de Baixada (cota altitudinal ≤ 50 m) e Submontana (entre 50–500 m). Atualmente, a floresta de baixada é composta por diferentes tipos de habitat impactados pela presença de seis comunidades com baixos a médios índices de desenvolvimento social e de determinantes sociais da saúde, conectando-se em diferentes níveis à malha urbana dos bairros da região de Jacarepaguá. Além da ocupação residencial, outros impactos antrópicos estão presentes, como atividades agrícolas de pequeno porte (DOMINGUES; RODRIGUES, 2007).

As áreas utilizadas para o levantamento distribuem-se ao longo de um gradiente de intervenção antrópica, onde cada área definida para amostragem representa um tipo de habitat ao longo desse gradiente, sendo elas: peridomicílio (PD), floresta de transição (FT) e floresta de proteção integral (FP). O peridomicílio compreende a área de até 100 m do entorno das residências, mais degradada e com presença de quintais e pomares, onde predomina vegetação exótica. Comparativamente, essa é a área de maior interação entre animais domésticos, silvestres autóctones e alóctones e humanos. A floresta de transição tem prevalência de plantas nativas, mas com sub-bosque denso e dossel baixo. A floresta

de proteção integral situa-se mais para o interior do PEPB, sendo a mais preservada, sem a presença de moradores, pouca circulação humana, sub-bosque mais aberto e dossel alto, apresentando riachos, rochas e topografia inclinada.

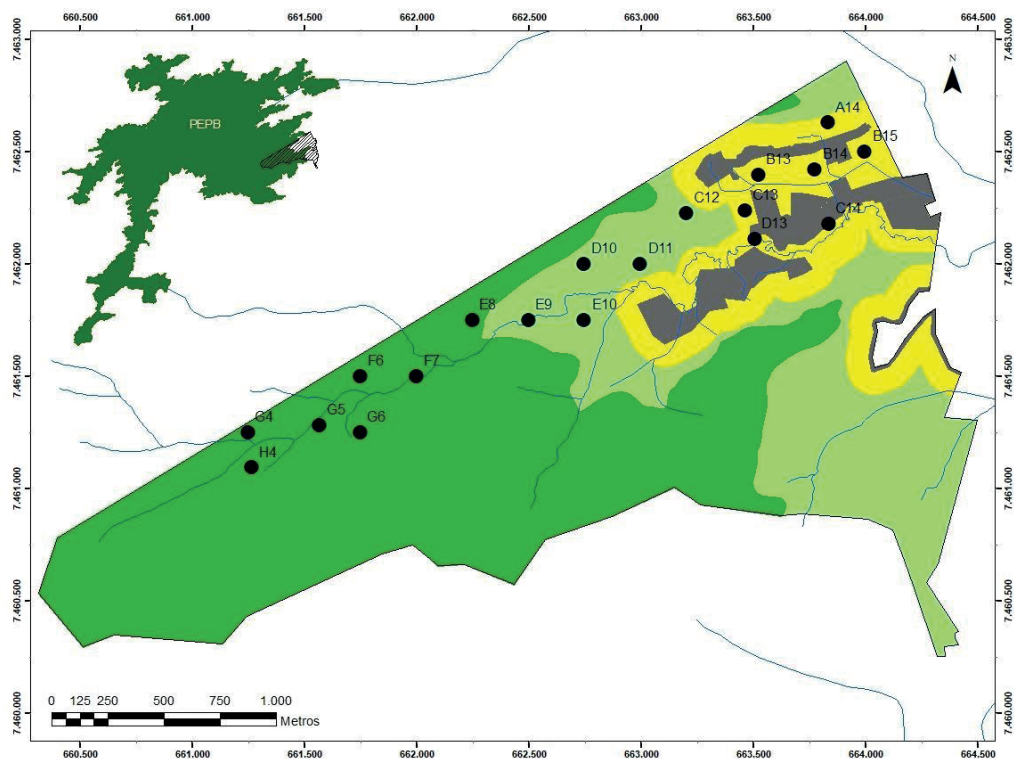


Figura 1. Localização da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) na vertente leste da Floresta da Pedra Branca (esquerda, acima), Rio de Janeiro; e a distribuição das armadilhas fotográficas na EFMA, nas áreas definidas como peridomicílio (amarelo), floresta de transição (verde claro) e floresta de proteção integral (verde escuro). As combinações de letras e números referem-se às identificações das câmeras. Veja a Tabela 1 para coordenadas, período e esforço em cada ponto.

Delineamento amostral e coleta de dados

Para o levantamento utilizamos armadilhas fotográficas, entrevistas e observações ocasionais. Foram considerados apenas mamíferos cuja identificação ao nível de espécie seja possível por caracteres externos. Esse procedimento permitiu a inclusão de todos os representantes da fauna com massa corpórea > 1 kg (CHIARELLO, 2008), assim como a inclusão de alguns animais de pequeno porte que podem ser inequivocamente identificados na região (e.g., *Didelphis*, *Sylvilagus*). Seguindo esses critérios, foram excluídos dos resultados registros esporádicos de morcegos, *Guerlinguetus* (Rodentia) e duas espécies não identificadas de um roedor cricetídeo e de um marsupial de pequeno

porte. Esses últimos, não incluídos aqui, foram adequadamente contemplados em outros estudos previamente publicados (GENTILE *et al.*, 2018; TAVARES *et al.*, 2021), incluindo um capítulo deste livro dedicado à diversidade de pequenos mamíferos na EFMA. A nomenclatura para xenartros e marsupiais seguiu os autores em Gardner (2008). Para os demais táxons, a nomenclatura seguiu Wilson & Reeder (2005).

Para o levantamento com armadilhas fotográficas, utilizamos câmeras modelo *Bushnell Trophy Cam* distribuídas em 19 pontos ao longo das áreas definidas como peridomicílio, transição e proteção integral (Figura 1, Tabela 1). O levantamento ocorreu de junho de 2018 a maio de 2020, com uma câmera posicionada em cada ponto. As câmeras foram instaladas a aproximadamente 40 cm do solo, em locais de provável passagem de animais, como trilhas, clareiras e próximas a árvores em frutificação. Em alguns poucos casos foram colocadas iscas para atração, como sardinha e jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Moraceae). Ao longo do estudo, as câmeras permaneceram operacionais de 17 a 306 dias, sendo checadas a cada 30 dias para troca de cartão de memória e baterias. As imagens de todos os indivíduos da mesma espécie detectadas por uma mesma câmera dentro do intervalo de 1h foram consideradas como um registro único.

De forma complementar, realizamos entrevistas com moradores que circulam na floresta, funcionários da Fiocruz envolvidos na manutenção de trilhas e pesquisadores que trabalham com a fauna e flora locais. Registros ocasionais feitos pela nossa equipe ou por outros pesquisadores também foram considerados.

Tabela 1. Locais de amostragem com armadilhas fotográficas na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro. Legenda: Peridomicílio (PD), Floresta de transição (FT), Floresta de proteção integral (FP).

Ponto	Habitat	Início	Fim	Esforço amostral (dias)
A14	PD	14/01/2019	04/07/2019	171
B13	PD	30/11/2018	10/07/2019	222
B14	PD	10/12/2018	10/07/2019	212
B15	PD	10/12/2018	10/07/2019	212
C13	PD	27/11/2018	09/01/2019	43
C14	PD	13/11/2018	04/07/2019	233
D13	PD	13/11/2018	04/07/2019	233
C12	FT	29/06/2018	16/07/2018	17
D10	FT	29/06/2018	16/07/2018	17
D11	FT	14/01/2019	04/07/2019	171
D11	FT	22/01/2020	15/05/2020	114
E09	FT	29/06/2018	16/07/2018	17
E10	FT	16/01/2019	30/08/2019	226

E08	FP	11/09/2018	11/10/2018	30
F06	FP	11/09/2018	11/10/2018	30
F07	FP	11/09/2018	11/10/2018	30
G04	FP	24/01/2019	12/08/2019	200
G05	FP	24/01/2019	26/11/2019	306
G06	FP	11/09/2018	11/10/2018	30
H04	FP	24/01/2019	12/07/2019	169

Análises

O esforço de captura foi calculado multiplicando-se o número de câmeras instaladas pelo número de dias que estiveram ativas (unidade: dias-câmera; SRBEK-ARAÚJO; CHIARELLO, 2007), totalizando 2.683 dias-câmera. A suficiência amostral foi verificada a partir da curva de rarefação (Mao Tau) da riqueza acumulada como uma função dos dias amostrados (COLWELL *et al.*, 2004; SÓBERON; LLORENTE, 1993). A riqueza estimada foi calculada usando os índices de Jackknife-2 e Chao-2 (Z AHL, 1977; CHAO, 1984). Uma análise de variância (ANOVA) foi utilizada para verificar se existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos registros/dias-câmera entre peridomicílio, floresta de transição e floresta de proteção integral na EFMA. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para confirmação da distribuição normal dos dados. As análises estatísticas foram feitas no *software* PAST 4.01.

A homogeneidade das dispersões multivariadas foi testada seguindo Anderson (2006). Exploramos os padrões de similaridade de registros entre áreas usando análise de variância permutacional multivariada (PERMANOVA) e análise de escalonamento multidimensional não métrico (*nMDS*) em distâncias de Jaccard a partir da matriz de presença e ausência. A similaridade média entre os pontos de amostragem foi avaliada realizando um agrupamento hierárquico aglomerativo usando o método de Ward e a adequação dos agrupamentos foi acessada através de uma avaliação de estabilidade de agrupamento por reamostragem de *bootstrap* (HENNIG, 2007). Uma análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) foi realizada para comparar as contribuições das espécies entre os locais de amostragem. A análise SIMPER é baseada no Índice de Bray-Curtis para estimar a dissimilaridade média entre pares de grupos amostrais e determinar as contribuições de cada espécie para a dissimilaridade média entre grupos de Bray-Curtis (CLARKE, 1993). Para avaliar se a presença de registros de cães e gatos domésticos influenciou a composição dos registros de animais silvestres, também usamos PERMANOVA para testar diferenças entre os pontos de amostragem com e sem espécies domésticas, considerando apenas a matriz de presença e ausência de espécies silvestres. Todas as análises foram realizadas utilizando os pacotes “vegan”, “cluster” e “fpc” na plataforma R (OKSANEN *et*

Status de conservação das espécies

Para o status de conservação das espécies foram utilizados o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade 2018) e a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN versão 2021.3). Também indicamos o status de cada espécie na lista da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* 2021).

RESULTADOS

A partir do levantamento com armadilhas fotográficas, entrevistas e observações diretas, consideramos válidos os registros de ocorrência de 17 espécies de mamíferos silvestres (16 autóctones e 1 introduzida), além de cães e gatos domésticos. A fauna silvestre está distribuída em 14 famílias e 7 ordens (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas por armadilhas fotográficas (1), entrevista (2) e observação direta (3) na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro. Os status de conservação seguem as classificações em território nacional (ICMBio, 2018) e global (IUCN, 2021), sendo: Menos Preocupante/Least Concern (LC), Quase Ameaçada/Near Threatened (NT), Vulnerável/Vulnerable (VU) e Em Perigo/Endangered (EN). Restrições no comércio internacional devido aos graus de ameaça seguem CITES (2021): Apêndice I (elevado risco de extinção [AP1]), Apêndice II (moderado risco de extinção [AP2]) e Apêndice III (espécie protegida em pelo menos um país [AP3]).

Táxon	Nome comum	Registro	Status de conservação ICMBio/IUCN/CITES
Didelphimorphia, Didelphidae			
<i>Didelphis aurita</i>	Gambá	1, 2, 3	LC / LC / -
Cingulata, Dasypodidae			
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	1, 2	LC / LC / -
Cingulata, Chlamyphoridae			
<i>Cabassous tatouay</i>	Tatu-de-rabo-mole	2	LC / LC / -
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	2	LC / LC / -
Pilosa, Bradypodidae			
<i>Bradypus variegatus</i>	Preguiça-comum	2, 3	LC / LC / AP2
Pilosa, Myrmecophagidae			
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	1, 2, 3	LC / LC / -
Primates, Callithrichidae			
<i>Callithrix sp.</i>	Sagui-de-tufo-branco	2, 3	Híbrido

<i>Leontopithecus rosalia</i>	Mico-leão-dourado	2, 3	EN / EN / AP2
Primates, Cebidae			
<i>Sapajus nigrilus</i>	Macaco-prego	2, 3	- / NT / -
Carnivora, Canidae			
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	1, 2	LC / LC / AP2
<i>Canis lupus familiaris</i>	Cão-doméstico	1	Doméstico
Carnivora, Procyonidae			
<i>Nasua nasua</i>	Quati	1, 2, 3	LC / LC / -
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	1, 2	LC / LC / -
Carnivora, Felidae			
<i>Leopardus guttulus</i>	Gato-do-mato	1, 2	VU / VU / AP1
<i>Felis catus</i>	Gato-doméstico	1	Doméstico
Rodentia, Erethizontidae			
<i>Coendou spinosus</i>	Ouriço-cacheiro	2, 3	LC / LC / LC
Rodentia, Cuniculidae			
<i>Cuniculus paca</i>	Paca	1, 2	LC / LC / AP3
Rodentia, Dasyproctidae			
<i>Dasyprocta leporina</i>	Cutia	1, 2	LC / LC / -
Lagomorpha, Leporidae			
<i>Sylvilagus tapetillus</i>	Tapiti	1, 2	NE / VU / -

O esforço amostral com armadilhas fotográficas permitiu 1.189 registros de 12 espécies de mamíferos silvestres e das duas espécies domésticas. Dezoito espécies foram registradas por entrevista, das quais nove não foram registradas por armadilhas fotográficas (*Bradypus variegatus*, *Cabassous tatouay*, *Dasyopus septemcinctus*, *Dicotyles tajacu*, *Eira barbara*, *Euphractus sexcinctus*, *Galictis cuja*, *Leontopithecus rosalia* e *Sapajus nigrilus*). Dentre as espécies não registradas por armadilhas fotográficas, foram incluídas na lista final *B. variegatus*, *L. rosalia*, *S. nigrilus* e *T. tetradactyla*, confirmadas por observação direta; *C. tatouay* e *E. sexcinctus*, pois ambas já foram confirmadas no Parque Nacional da Tijuca. Apesar da ocorrência de *D. tajacu* ter sido confirmada no Maciço do Mendanha e da espécie ter sido reportada para a EFMA em entrevista, optamos por não a incluir em nossa lista devido à raridade da espécie no município do Rio de Janeiro. Assim, os registros de *Dictyles tajacu*, *Dasyopus septemcinctus*, *Eira barbara* e *Galictis cuja* obtidos a partir de entrevistas foram considerados duvidosos. Oito espécies foram registradas por observação direta, nenhuma exclusivamente por essa metodologia.

Das 17 espécies silvestres registradas, todas são autóctones, exceto *Callithrix* sp., um híbrido de *C. jacchus* e *C. penicillata*, amplamente distribuído no município do Rio de Janeiro. O nosso registro de *Leontopithecus rosalia* é o primeiro registro recente da

ocorrência da espécie no Município do Rio de Janeiro. *L. rosalia* está classificada como Em Perigo tanto na lista nacional de espécies ameaçadas de extinção (ICMBio 2018), quanto em nível global pela IUCN (RUIZ-MIRANDA *et al.*, 2021). *Leopardus guttulus* está classificada como Vulnerável em níveis nacional (ICMBio 2018) e global (OLIVEIRA *et al.*, 2016). *Sapajus nigrurus* consta na lista nacional como Quase Ameaçada de extinção (ICMBio 2018), porém esta espécie não foi avaliada em nível global pela IUCN. *Leontopithecus rosalia* e *Leopardus guttulus* estão listadas no Apêndice I da CITES (2021); *Bradypus variegatus* e *Cerdocyon thous* estão no Apêndice II; e *Cuniculus paca* consta no Apêndice III.

Considerando apenas os resultados das armadilhas fotográficas, a maior concentração de registros ocorreu no peridomicílio ($N = 519$; 0,391/dias-câmera), seguido das áreas de proteção integral ($N = 375$; 0,472/dias-câmera) e transição ($N = 295$; 0,525/dias-câmera; Tabela 3). Das 12 espécies registradas, 10 espécies ocorreram no peridomicílio e na transição, e nove na área de proteção integral. A espécie mais registrada em armadilhas fotográficas em toda a EFMA foi *Didelphis aurita* ($N = 370$; 0,138/dias-câmera), seguida de *Cuniculus paca* ($N = 279$; 0,104/dias-câmera), *Canis lupus familiaris* ($N = 174$; 0,065/dias-câmera) e *Dasyprocta leporina* ($N = 164$; 0,065/dias-câmera; Tabela 3).

Tabela 3. Registros absolutos (esquerda) e registros/dias-câmera (direita) das espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas por armadilhas fotográficas por área de amostragem (peridomicílio, floresta de transição e floresta de proteção integral) na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro.

Espécie	Peridomicílio		Transição		Proteção Integral		Total	
<i>Canis lupus familiaris</i>	122	0,092	21	0,037	31	0,039	174	0,065
<i>Cerdocyon thous</i>	30	0,023	10	0,018	–	0,000	40	0,015
<i>Cuniculus paca</i>	162	0,122	6	0,011	111	0,140	279	0,104
<i>Dasyprocta leporina</i>	1	0,001	66	0,117	97	0,122	164	0,061
<i>Dasyprocta novemcinctus</i>	11	0,008	5	0,009	26	0,033	42	0,016
<i>Didelphis aurita</i>	146	0,110	166	0,295	58	0,073	370	0,138
<i>Felis catus</i>	21	0,016	–	0,000	–	0,000	21	0,008
<i>Leopardus guttulus</i>	–	0,000	5	0,009	5	0,006	10	0,004
<i>Nasua nasua</i>	–	0,000	2	0,004	16	0,020	18	0,007
<i>Procyon cancrivorus</i>	–	0,007	10	0,018	23	0,029	42	0,016
<i>Sylvilagus tapetillus</i>	8	0,006	–	0,000	–	0,000	8	0,003
<i>Tamandua tetradactyla</i>	9	0,007	4	0,007	8	0,010	21	0,008
Total	519	0,391	295	0,525	375	0,472	1.189	0,443

No peridomicílio as espécies mais frequentes foram *Cuniculus paca* ($N = 162$; 0,122/dias-câmera), *Didelphis aurita* ($N = 146$; 0,110/dias-câmera) e *Canis lupus familiaris* ($N = 122$; 0,092/dias-câmera). Na transição predominaram *Didelphis aurita* ($N = 166$; 0,295/dias-câmera), *Dasyprocta leporina* ($N = 66$ registros; 0,117/dias-câmera) e *Canis lupus familiaris* ($N = 21$; 0,037/dias-câmera). Na área de proteção integral predominaram *Cuniculus paca* ($N = 111$; 0,140/dias-câmera), *Dasyprocta leporina* ($N = 97$; 0,122/dias-câmera) e *Didelphis aurita* ($N = 58$; 0,073/dias-câmera; Tabela 3).

A maior frequência de ocorrência foi de *Didelphis aurita*, encontrada em 89% dos pontos amostrais, seguida de *Canis lupus familiaris* com 63% e *Tamandua tetradactyla* com 58%. *Canis lupus familiaris* foi registrada em todos os pontos do peridomicílio, além de registros nas áreas de transição e proteção integral. *Felis catus* e *Sylvilagus tapetillus* foram registradas apenas no peridomicílio. *Leopardus guttulus* e *Nasua nasua* foram registradas apenas nas áreas de transição e proteção integral. *Cerdocyon thous* foi registrada no peridomicílio e transição (Tabela 4).

Tabela 4. Distribuição das espécies de mamíferos de médio e grande registradas por armadilha fotográfica por área de amostragem (peridomicílio, floresta de transição e floresta de proteção integral) na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro.

Espécie	Peridomicílio						Transição						Proteção Integral						
	A14	B13	B14	B15	C13	C14	D13	C12	D10	D11	E09	E10	E08	F06	F07	G04	G05	G06	H04
<i>C. l. familiaris</i>	16	17	49	8	5	22	5			9		12							24
<i>C. thous</i>	1	4	7	1	17					10					2				
<i>C. paca</i>		56				3	103			4		2							36
<i>D. leporina</i>				1					1	51		14	1	2					20
<i>D. novemcinctus</i>	8	2		1					3			2							1
<i>D. aurita</i>	24	30	36	23		2	31	6	5	51	5	99	6	6					4
<i>F. catus</i>	3	7	2	1	2	3	3												
<i>L. guttulus</i>									3			2							2
<i>N. nasua</i>												2	3	1	1	2	5	1	3
<i>P. cancrivorus</i>		5	1			2	1			7		3							2
<i>S. tapetillus</i>		2					6												
<i>T. tetradactyla</i>	2	2	1	3	1				2			2				2	4	1	1

Considerando as três áreas de amostragem (peridomicílio, transição e proteção integral) como populações independentes, não detectamos diferenças significativas entre as médias de registros/dias-câmera para essas áreas ($F = 0,238$, $p = 0,792$; Figura 2). O teste Shapiro-Wilk indicou a normalidade dos dados ($p = 0,949$). A curva de rarefação (Mao Tao) da riqueza acumulada pelos dias de amostragem atingiu a assíntota com 12 espécies registradas entre 100 e 150 dias de amostragem (de um total de 395 dias; Figura 3). A riqueza observada foi a mesma estimada pelos índices de Jackknife-2 e Chao-2, dentro do intervalo de confiança de 95% das espécies observadas.

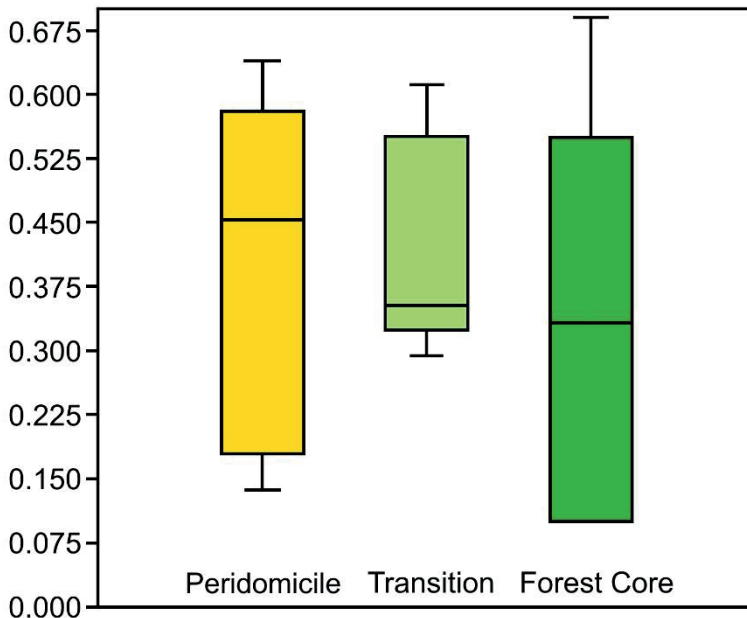


Figura 2. Análise de variância (ANOVA) para os registros/dias-câmera para cada área de amostragem (peridomicílio, floresta de transição e floresta de proteção integral), para mamíferos de médio e grande porte na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro.

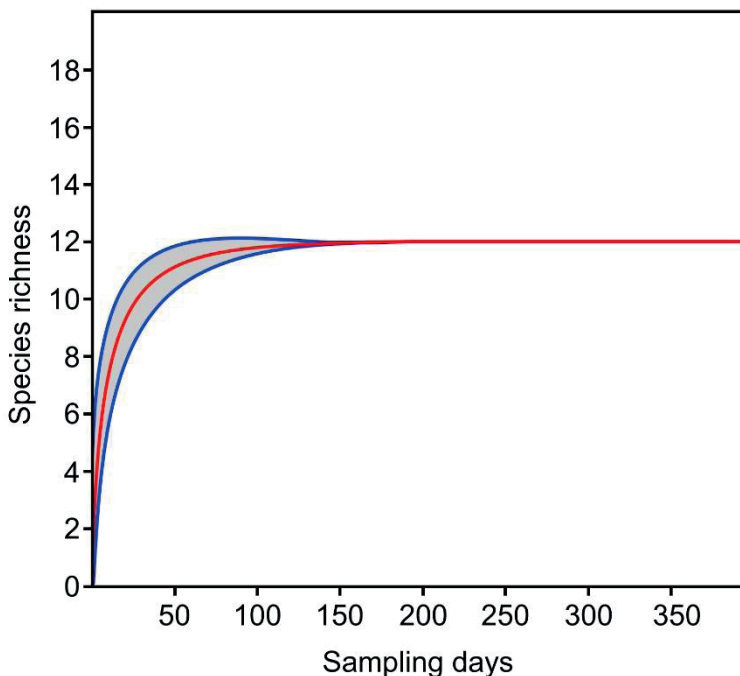


Figura 3. Curva de rarefação (Mao Tao) da riqueza acumulada pelos dias de amostragem para mamíferos de médio e grande porte na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro. As linhas azuis correspondem ao intervalo de confiança de 95%.

As áreas apresentaram homogeneidade de dispersão multivariada ($F = 1,29$, $p = 0,29$) e diferiram significativamente em relação à similaridade dos registros ($F = 4,75$, $p < 0,001$; Figura 4). A análise de *nMDS* (stress = 0,12, $r^2 = 0,98$; Figura 5) não revelou sobreposição entre as áreas, indicando diferença na composição de registros de cada área. De maneira geral, a maioria das espécies foi registrada no peridomicílio, porém os resultados indicam que *Nasua nasua* e *Dasyprocta leporina* estão mais associadas à floresta de proteção integral. As comparações par-a-par das três áreas mostram que *N. nasua* foi importante na distinção da floresta de proteção integral das outras duas áreas. Embora *L. guttulus* não tenha sido registrada no peridomicílio, a espécie não foi importante para diferenciar esta área das demais. Ainda assim, os registros de *L. guttulus* diferiram significativamente entre a floresta de transição e a floresta de proteção integral. Os registros de *C. thous* foram mais abundantes no peridomicílio e as análises SIMPER revelaram a importância da espécie na diferenciação desta área. *Didelphis aurita* foi registrada na maior parte dos pontos, porém com maior relação com a floresta de transição. Considerando apenas os registros das espécies silvestres, nossos resultados revelaram que a presença de cães domésticos ($F = 5,14$, $p = 0,001$) e de gatos domésticos ($F = 3,25$, $p = 0,008$) teve efeito sobre a composição de espécies nos pontos, com menos registros de *Nasua nasua*, *Dasyprocta leporina* e *Didelphis aurita* nos pontos onde cães e gatos domésticos foram registrados.

Adicionalmente, os registros de animais domésticos foram importantes para diferenciar o peridomicílio da floresta de transição e da floresta de proteção integral, com maior número de registros para essas espécies próximo a áreas mais antropizadas.

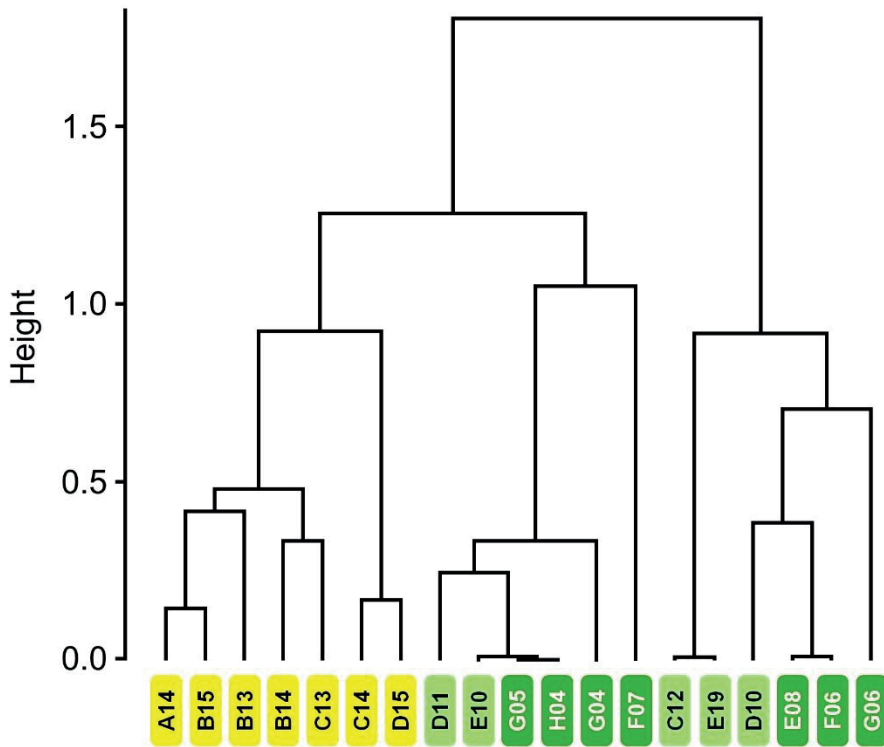


Figura 4. Dendrograma produzido pela análise de cluster (método Ward) a partir da similaridade (distância de Jaccard) entre pontos no peridomicílio (amarelo), área de transição (verde claro) e área de proteção integral (verde escuro).

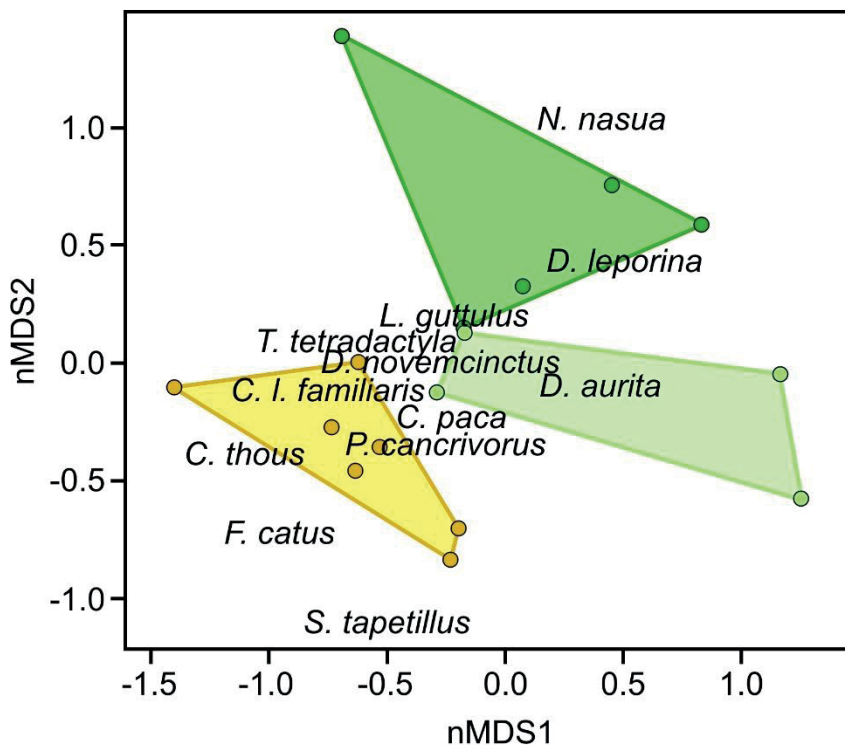


Figura 5. Análise de nMDS baseado nas distâncias de Jaccard mostrando os pontos de amostragem e as coordenadas das espécies. Os polígonos convexos delimitam os pontos de peridomicílio (amarelo), floresta de transição (verde claro) e floresta de proteção integral (verde escuro).

Nossos dados indicam a existência de três grupos estáveis (médias de *bootstrap* para similaridade de Jaccard > 0,85 e instabilidade geral do cluster < 0,06 para todos os três clusters). Os registros de peridomicílio diferenciam claramente essa área das demais, pois todos os pontos de amostragem do peridomicílio foram agrupados em um único cluster (Figura 4). Os outros dois grupos incluíram pontos tanto da floresta de transição quanto da floresta de proteção integral e não houve diferença entre essas duas áreas (Figura 4).

DISCUSSÃO

Riqueza de espécies

Cerca de 60 espécies de mamíferos de diferentes ordens ocorrem na região da Floresta da Pedra Branca (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE 2013; GENTILE *et al.*, 2018, PONTES *et al.*, 2021, TAVARES *et al.*, 2021). Entretanto, até este estudo, esforços sistemáticos haviam sido conduzidos apenas para morcegos, roedores e marsupiais da região (GENTILE *et al.*, 2018; TAVARES *et al.*, 2021). Os mamíferos de médio e grande porte eram conhecidos de registros esporádicos, em alguns casos sem comprovação da

ocorrência da espécie. Assim, este estudo é o primeiro esforço sistematizado sobre a ocorrência e distribuição de mamíferos de médio e grande porte na região da Floresta da Pedra Branca.

Foram considerados válidos os registros de 16 espécies de mamíferos silvestres autóctones e uma alóctone, distribuídas em 14 famílias e 7 ordens, além de cães e gatos domésticos. Todas as espécies registradas na EFMA já foram registradas em outras áreas de conservação do estado do Rio de Janeiro (e.g., MODESTO *et al.*, 2008; DELCIELLOS *et al.*, 2012; SILVA, 2017; SILVA *et al.*, 2018). No Parque Nacional da Tijuca, que é o remanescente de Mata Atlântica geograficamente mais próximo da EFMA, Silva *et al.* (2018) registraram 16 espécies de mamíferos de médio e grande porte, com predominância de *Nasua nasua*, *Didelphis aurita* e *Cuniculus paca*. Algumas espécies registradas na Floresta da Tijuca por armadilhas fotográficas, como *Cabassous tatouay* e *Sapajus nigritus*, não foram registradas por esse método na EFMA, mas foram incluídas na lista pelos resultados das entrevistas (*Cabassous tatouay* e *Sapajus nigritus*) e posterior observação (*Sapajus nigritus*). Recentemente, Pontes *et al.* (2021) registraram a ocorrência de *Puma concolor* na vertente oeste da Floresta da Pedra Branca. Apesar da raridade da espécie na região metropolitana do Rio de Janeiro, não descartamos a possibilidade de sua ocorrência dentro dos limites da EFMA, considerando sua conectividade com o restante do remanescente.

Apesar de diferenças na estrutura e composição do habitat entre o peridomicílio, transição e proteção integral da EFMA, não foram observadas diferenças na abundância de mamíferos de médio e grande porte entre essas áreas. O levantamento concentrou-se principalmente no uso de armadilhas fotográficas porque essas favorecem o registro de espécies de difícil detecção a partir de busca ativa, além do método ser prático e não requerer captura, demandando um esforço menor quando comparado à busca ativa ou captura (CARBONE *et al.*, 2001, SANTOS-FILHO & SILVA, 2002; SILVEIRA *et al.* 2003; TROLLE, 2003; SRBEK-ARAUJO & CHIARELLO, 2005).

Levantamentos de mamíferos de médio e grande porte com o uso de armadilhas fotográficas já foram realizados em diversas unidades de conservação no estado do Rio de Janeiro, incluindo o Parque Nacional da Tijuca (SILVA *et al.*, 2017), Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (XAVIER, 2016), Parque Nacional do Itatiaia, Parque Nacional da Serra dos Órgãos (AXIMOFF *et al.*, 2015), Reserva Ecológica de Guapiaçu (CARVALHO *et al.*, 2012), Parque Nacional da Serra da Bocaina (DELCIELLOS *et al.*, 2012), Parque Estadual da Ilha Grande (LESSA, 2012) e Parque Estadual do Desengano (MODESTO *et al.*, 2008). Silva (2017) registrou 16 espécies de mamíferos de médio e grande porte no Parque Nacional da Tijuca, com dominância de *Nasua nasua*, *Didelphis aurita* e *Cuniculus paca*. Apesar de registradas no Parque da Tijuca, *Cavia sp.*, *Sapajus nigritus* e *Cabassous tatouay* não foram registradas por armadilha fotográfica na EFMA. Dentre essas, *Sapajus nigritus* foi incluída em nossa lista inicialmente por entrevista e depois confirmada por observação direta. *Cabassous tatouay* foi reportada em entrevistas com moradores da

região e, apesar de duvidosa, optamos por manter a espécie na lista, uma vez que tem ocorrência confirmada para a Floresta da Tijuca (SILVA *et al.*, 2017). Em levantamentos com armadilhas fotográficas no Parque Nacional do Itatiaia e no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (Região Serrana Central), Aximoff *et al.* (2015) identificaram 15 e 22 espécies, respectivamente, a maior parte dessas ameaçadas de extinção. Nessa região, que compreende o maior remanescente contínuo de vegetação do estado do Rio de Janeiro e a área prioritária para conservação da fauna no estado, ocorrem espécies não registradas na EFMA como *Puma yagouaroundi*, *Puma concolor*, *Dicotyles tajacu* e *Tayassu pecari*, as quais são raras ou já extintas no município, como o cateto, *Dicotyles tajacu*, e a onça-parda, *Puma concolor* (MARTINS; PONTES 2020; PONTES *et al.*, 2021).

Cães e gatos domésticos, que mostraram alta frequência de ocorrência na EFMA, também apresentaram alta frequência no Parque Nacional da Tijuca (ANDRADE-SILVA *et al.*, 2018). Vilela *et al.* (2014) apontam ser frequente o registro de animais domésticos em áreas protegidas, principalmente em zonas metropolitanas, onde é comum a presença de residências no entorno ou mesmo dentro dessas áreas. Segundo Silva (2016), os registros de cães domésticos no Parque Nacional da Tijuca concentram-se durante o dia, indicando que são animais domiciliados, que passam a noite nas residências do entorno. A atividade de cães no Parque Nacional da Tijuca não se limita a ambientes com maior presença humana e tem horário sobreposto com *N. nasua* e *D. leporina* (q.v., ANDRADE-SILVA *et al.*, 2018). Nossos registros de cães em áreas mais preservadas (*i.e.*, áreas de transição e proteção integral), ainda que em baixa frequência, estão de acordo com o encontrado por Andrade-Silva *et al.* (2018). É importante destacar aqui que esses animais são, em geral, domiciliados, mas criados soltos no território.

A ameaça de cães e gatos domésticos para a biodiversidade local se dá por diferentes tipos de pressão. Dentre as 17 espécies silvestres registradas neste trabalho, há registros de predação por cães para oito espécies, de competição para seis e de transmissão de doenças para duas (LESSA *et al.*, 2016). No Jardim Botânico do Rio de Janeiro, que faz fronteira com a Floresta da Tijuca, Rangel & Neiva (2013) relatam predação de *Didelphis aurita*, *Tamandua tetradactyla* e *Procyon cancrivorus*—todas registradas na EFMA—por cães domésticos. Para gatos domésticos, a pressão por predação em mamíferos silvestres é maior quando os indivíduos de *Felis catus* são ferais (LOSS *et al.*, 2013). A sobreposição de uso da área com espécies de felinos silvestres, como *L. guttulus* (registrada no presente estudo), também é uma ameaça devido à possível sobreposição de nicho entre essas espécies de felinos (FERREIRA *et al.*, 2018). Gatos domésticos são também reservatórios de patógenos causadores de doenças frequentemente encontradas em mamíferos silvestres, como o vírus da raiva, e oferecem ameaças à fauna silvestre local (GERHOLD; JESSUP, 2012). Nossos resultados, no entanto, não indicam ocorrência de felinos domésticos e silvestres na mesma área, com gatos domésticos restritos à área de peridomicílio e *L. guttulus* ocorrendo nas áreas de transição e proteção integral.

Espécies exóticas não domésticas também podem ser fonte de risco para fauna nativa. Para aves, a predação de ninhos por grupos de *Callithrix* sp. é considerada uma das principais ameaças (TRAAD *et al.*, 2012). Contudo, Zaluar & Vale (2020) apontam a necessidade de estudos populacionais a fim de entender o real impacto dessa predação nas populações de aves.

Em relação aos primatas, cabe destacar ainda o registro do mico-leão-dourado, *Leontopithecus rosalia*, na EFMA e áreas adjacentes. Um indivíduo dessa espécie foi registrado por observação direta em 2017 acompanhando um grupo de *Callithrix* sp. Dentro dos limites da EFMA. Posteriormente, a espécie foi reportada também por entrevistas com moradores e funcionários, que relataram a presença de mais de um indivíduo com pelo menos um filhote. A espécie é endêmica da Mata Atlântica do Sudeste, ocorrendo originalmente em florestas de baixada da região costeira dos estados do Rio de Janeiro e sul do Espírito Santo (COIMBRA-FILHO, 1969; KLEIMAN, 1983; KLEIMAN & RYLANDS, 2002). Aparentemente, na década de 1960 a espécie já estava extinta em 17 municípios, incluindo o Rio de Janeiro, permanecendo restrita à Bacia do Rio São João, com ocorrência nos municípios Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio e Saquarema (KIERULFF, 1993). Recentemente, foi registrada também em fragmentos de floresta no município de Duque de Caxias (BURITY *et al.*, 2007). A origem desses indivíduos na Floresta da Pedra Branca ainda é incerta e pode estar relacionada à existência de criadouros ilegais na região.

Segundo o Plano de Manejo do PEPB (SEMA 2012), as principais ameaças à mastofauna são a perda de habitat, introdução de espécies e caça. Todas essas pressões são alvo de ações das equipes da Fiocruz Mata Atlântica no território. Com relação à perda de habitat, destaca-se o controle sobre construções irregulares dentro da área atualmente sob gestão da Fiocruz (Setor 1 da Colônia Juliano Moreira), incluindo a proibição de novas edificações e ampliações de terrenos. Com relação aos animais domésticos, destacam-se ações de sensibilização sobre a guarda responsável para reduzir o número de animais desacompanhados, ações de fiscalização para reduzir o abandono de animais no território e encaminhamento de animais abandonados para adoção. Essas ações para minimizar o contato entre animais domésticos e silvestres visam a reduzir a predação de aves e mamíferos silvestres e minimizar o risco de transmissão de patógenos de mamíferos domésticos para mamíferos silvestres, como o Vírus da Cinomose Canina (MEGID *et al.*, 2013) e o fungo *Sporothrix brasiliensis*, causador da esporotricose, doença que acomete principalmente gatos e pode acometer humanos (PAES *et al.*, 2014). Com relação à caça, destacam-se campanhas de sensibilização sobre a legislação que proíbe a caça e a articulação com a Unidade da Polícia Ambiental para ações visando a coibir a ação de caçadores e passarinhos no território da EFMA. Essas ações aparentemente reduziram a perda de habitat no território e coibiram a atividade de caçadores e passarinhos, mas não reduziram o abandono de animais, nem a circulação de animais domiciliados na floresta. Além disso, algumas dessas ações foram bastante prejudicadas pela pandemia

de COVID-19, que reduziu significativamente a presença das equipes da Fiocruz Mata Atlântica em campo, o que levou a um aparente aumento da circulação de caçadores e passarinhos nas áreas da EFMA. Assim, destacam-se como potenciais impactos sobre a mastofauna: as espécies introduzidas, como saguis, cães e gatos domésticos; e a caça, ainda presente nas áreas de menor circulação de pessoal, em particular na área de proteção integral. Os resultados deste estudo são importantes para entender quais são as interfaces ecológicas que promovem uma maior interação entre fauna silvestre e humanos, direta ou indiretamente através de animais domésticos, o que influencia o risco de transmissão de agentes infecciosos de potencial zoonótico no território.

AGRADECIMENTOS

Este projeto foi financiado pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro/FAPERJ (E-26/203.274/2017; E-26/202.487/2018; E-26/210.254/2018). JAT recebeu bolsa CAPES (Código de financiamento 001). RM recebeu bolsa JCNE/FAPERJ (E-26/203.274/2017) e bolsa de produtividade do CNPq PQ2 (313963/2018-5).

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, M. J. **Distance-based tests for homogeneity of multivariate dispersions**. 2006. *Biometrics* 62: 245–253. DOI: 10.1111/j.1541-0420.2005.00440.x.
- ANDRADE-SILVA, K. V. K.; KENUP, C. F.; KREISCHER, C.; FERNANDEZ, F. A. S.; PIRES, A. S. Who let the dogs out? Occurrence, population size and daily activity of domestic dogs in an urban Atlantic Forest reserve. **Perspectives in Ecology and Conservation**. 2018. 16: 228–233.
- AXIMOFF, I.; CRONEMBERGER, C.; PEREIRA, F. A. Long-term survey by camera traps of non-volant mammals in two national parks in Rio de Janeiro state. **Oecologia Australis**. 2015. 19(1): 215–231. DOI: <https://doi.org/10.4257/oeco.2015.1901.14>
- BURITY, C. H. F.; CRUZ, L. D.; ROCHA, V. L.; CONCEIÇÃO, N. B.; LUZ, D. E.; SANTOS, D. S.; CAMPOS, D. C.; PISSINATTI, A. Golden lion tamarins, *Leontopithecus rosalia* (Linnaeus, 1766) in the Taquara Municipal Natural Park (Duque de Caxias, RJ): a southern extension of the known range. **Neotropical Primates**. 2007. 14(1): 30–31. DOI: <https://doi.org/10.1896/044.014.0107>.
- CARBONE, C.; CHRISTIE, S.; COULSON, T.; FRANKLIN, N.; GINSBERG, J. R.; GRIFFITHS, M.; HOLDEN, J.; KAWANISHI, K.; KINNAIRD, M. F.; LAIDLAW, R.; LUNAM, A.; MACDONALD, D. W.; MARTYR, D.; McDOUGAL, C.; NATH, L.; OBRIEN, T.; SEIDENSTICKER, J.; SMITH, D. J. L.; TILSON, R.; WAN SHAHRUDDIN, W. N. O uso de taxas fotográficas para estimar densidades de tigres e outros mamíferos enigmáticos. **Conservação Animal**. 2001. 4, 75 – 79.
- CARVALHO, I. D.; OLIVEIRA, R.; PIRES, A. S. Medium and large-sized mammals of the Reserva Ecológica de Guapiaçú, Cachoeiras de Macacu, RJ. **Biota Neotropica**. 2014. 14(3): e20140074.
- CHAO, A. Non-parametric estimation of the classes in a population. **Scandinavian Journal of Statistics**. 1984. 11: 265–270.

CHIARELLO A. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic Forest. **Conservation Biology** 14 (6): 1649-1657. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.99071.x>

CLARKE KR. **Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure**. *Austral Ecology* 18 (1): 117-143. 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>

COIMBRA-FILHO, A, F. Mico-leão, *Leontideus rosalia* (LINNAEUS, 1766), situação atual da espécie no Brasil. *In: Anais da Academia Brasileira de Ciências* 1969.41 (Supl.): 29-52.

COLWELL, R. K.; MAO, C. X.; CHANG, J. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. **Ecology**. 2004. 85: 2717-2727.

CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA – CITES (2021). Disponível em: <https://cites.org/eng> Acesso em: 03 nov. 2021.

CRONEMBERGER C, DELCIELLOS AC, BARROS CDS, GENTILE R, WEKSLER M, BRAZ AG, TEIXEIRA BR, LORETTO D, VILAR EM, PEREIRA FA, SANTOS JRC, GEISE L, PEREIRA LG, AGUIEIRAS M, VIEIRA MV, ESTRELA PC, JUNGER RB, HONORATO RS, MORATELLI R, VILELA RV, GUIMARÃES RR, CERQUEIRA R, COSTA-NETO SF, CARDOSO TS, NASCIMENTO JL (2019). **Mamíferos do Parque Nacional da Serra dos Órgãos: atualização da lista de espécies e implicações para a conservação**. *Oecologia Australis* 23 (02): 191-214. <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2302.02>

DASZAK, P., ZAMBRANA-TORRELIO, C., BOGICH, T, L., FERNANDEZ, M., EPSTEIN, J, H., MURRAY, K, A., HAMILTON, H. **Interdisciplinary approaches to understanding disease emergence: the past, present and future drives of Nipah virus emergence**. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2013. 110: 3681-3688.

DELCIELLOS, A. C.; NOVAES, R. L. M.; LOGUERCIO, M. F. C.; GEISE, L.; SANTORI, R. T.; SOUZA, R. F.; PAPI, B. S.; RAICES, D. S. L.; VIEIRA, N. R.; FELIX, S.; DETOGNE, N.; SILVA, C. C. S.; BERGALLO, H. G.; ROCHA-BARBOSA, O. Mammals of Serra da Bocaina National Park, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. 2012. **Check List**. 8(4): 675–692.

DOMINGUES, L. C. S. M.; RODRIGUES, C. Campus Fiocruz da Mata Atlântica: o desafio de implantação de um novo Campus associando a promoção da conservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico em uma área de fronteira junto ao Parque Estadual da Pedra Branca, Município do Rio de Janeiro. Fiocruz. *In: Anais do Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo – APP Urbana*. 2007. São Paulo. FAUUSP.

FERREIRA, G. A.; NAKANO-OLIVEIRA, E.; AADRIOLO, A.; GENARO, G. **Spatial overlap between domestic cats and wild felines in an insular Atlantic Forest remnant**. *Animal Biology*. 2018.

FREITAS, S. R.; NEVES, C. L.; CHERNICHARO, P (2006). Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiatives in Atlantic Forest in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66 (4): 975-982. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1519-69842006000600004>

GARDNER, A. (2008) **Mammals of South America, volume 1, marsupials, xenarthrans, shrews, and bats**. The University of Chicago Press, Chicago, 690 pp. Disponível em: <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226282428.001.0001>.

GENTILE, R.; CARDOSO, T.; COSTA-NETO, S.; TEIXEIRA, B.; D'ANDREA, P. (2018). Community structure and population dynamics of small mammals in an urban-sylvatic interface area in Rio de Janeiro, Brazil. **Zoologia** 35: 1-12. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/zoologia.35.e13465>

GERHOLD, R. W.; JESSUP, D. A. Zoonotic diseases associated with free-roaming cats. **Zoonosis Public Health**. 2013. 60, 189-195.

HENNIG, C. (2007) Cluster-wise assessment of cluster stability. **Computational Statistics & Data Analysis** 52 (1): 258-271. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.csda.2006.11.025>

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. *In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade*. (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília: ICMBio. 2018. 622p.

IUCN. **Red List of Threatened Species**. 2017. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/> Acesso em: 15 jul. 2018.

JONES, K., E.; PATEL, N. G.; LEVY M. A.; STOREYGARD, A.; BALK, D.; GITTLEMAN, J. L. **Global trends in emerging infectious diseases**. 2008. *Nature* 451: 990–994.

KIERULFF, M. C. M. **Uma avaliação das populações silvestres de mico-leão-dourado, *Leontopithecus rosalia*, e uma proposta de estratégia para a conservação da espécie**. 1993. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

KLEIMAN, D. G. The behavior and conservation of the golden lion tamarin, *Leontopithecus r. rosalia*. *In: A Primatologia No Brasil*, edited by de Mello, M. T. 1983. 35–53. Belo Horizonte: An. 1st Congr. Bras. Primatologia.

KLEIMAN, D. G.; RYLANDS, A. B. **Lion tamarins: biology and conservation**. Washington, D.C. Smithsonian Institution Press. 2002. 405 p.

LESSA, I. C. M. **Os mamíferos de médio porte e suas respostas a fatores ambientais, físicos e antrópicos, sobre diferentes perspectivas, no Parque Estadual da Ilha Grande RJ**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

LESSA, I.; GUIMARÃES, T. C. S.; BERGALLO, H. G.; CUNHA, A.; VIEIRA, E. M. Domestic dogs in protected areas: a threat to Brazilian mammals? **Natureza & Conservação**. 2016. 14: 46–56.

LOSS, S. R.; WILL, T.; MARRA, P. P. The impact of free-ranging domestic cats on wildlife of the United States. **Nature Communications**. 2013. 4: 1396.

MARTINS, R. A, A.; PONTES, J. A. L. Registro da ocorrência de *Pecari tajacu* (Linnaeus, 1758), uma espécie que era declarada extinta no município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. **Boletim Sociedade Brasileira de Mastozoologia**. 2020. 88: 58–61. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/rg.2.2.21198.08007>

MEGID, J.; TEIXEIRA, C. R.; CORTEZ, A.; HEINEMANN, M. B.; ANTUNES, J. M. A. P.; FORNAZARI, F.; RASSY, F. B.; RICHTZENHAIN, L. J. Canine distemper virus infection in a lesser grison (*Galictis cuja*): first report and virus phylogeny. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 2013. v.33, n.2, p. 247-250.

MODESTO, T. C.; PESSÔA, F. S.; ENRICI, M. C.; ATTIAS, N.; JORDÃO-NOGUEIRA, T.; COSTA, L. M.; ALBUQUERQUE, H. G.; BERGALLO, H. G. Mamíferos do Parque Estadual do Desengano, Rio de Janeiro, Brasil. 2008. **Biota Neotropica**. 8(4): 153–159.

OLIVEIRA, T.; TRIGO, T.; TORTATO, M.; PAVIOLO, A.; BIANCHI, R.; LEITE-PITMAN, M. R. P. **Leopardus guttulus**. The IUCN Red List of Threatened Species. 2016: e.T54010476A54010576. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T54010476A54010576.en>. Acesso em: 04 nov. 2021.

PAES, R. A.; OLIVEIRA, M. M. E.; FREITAS, D. F. S.; VALLE, A. C. F.; OLIVEIRA, R. M. Z.; GALHARDO, M. C. G. Sporotrichosis in Rio de Janeiro, Brazil: *Sporothrix brasiliensis* is associated with atypical clinical presentations. **PLOS ONE**. 2014. v.8(9): 9, p.e3094.

PONTES, J. A. L.; MARTINS, R. A. A.; REGIO, L. E. M.; SOARES, M. L. G.; CHAVES, F. O.; BERGALLO, H. G. The reappearance of *Puma concolor* (Linnaeus, 1771) (Mammalia, Carnivora, Felidae) in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Check List**. 2021. 17 (5): 1353–1358. Disponível em: <https://doi.org/10.15560/17.5.1353>

RANGEL, C. H.; NEIVA, C. H. M. B. Predação de vertebrados por cães *Canis lupus familiaris* (Mammalia: Carnivora) no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**. 2013. 3(2): 261-269.

RUIZ-MIRANDA, C. R.; PISSINATTI, A.; KIERULFF, M. C. M.; OLIVEIRA, L. C.; MITTERMEIER, R. A.; VALENÇA-MONTENEGRO, M. M.; OLIVEIRA, P. de.; JERUSALINSKY, L. **Leontopithecus rosalia** (amended version of 2019 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species. 2021: e.T11506A192327291. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T11506A192327291.en>. Acesso em: 04 nov. 2021.

SANTOS-FILHO, M.; SILVA, M. N. F. Uso de habitat por mamíferos em áreas de cerrado do Brasil Central: um estudo com armadilhas fotográficas. **Revista Brasileira de Zootecias**. 2002. v.4, n.1, p.57-73.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SEMA. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB)**. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Estadual do Ambiente. 2013. Disponível em: <http://www.femerj.org/wp-content/uploads/Plano-de-manejo-do-Parque-Estadual-da-Pedra-Branca-PEPB-2.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2017.

SILVA, K. V. **Ocorrência, tamanho populacional e atividade do cão doméstico (*Canis lupus familiaris*) no Parque Nacional da Tijuca, RJ**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ. 2017.

SILVA, K. V.; KENUPC, C. F.; KREISCHERC, C.; FERNANDEZ, F. A. S.; PIRESA, A. S. (2018) Who let the dogs out? Occurrence, population size and daily activity of domestic dogs in an urban Atlantic Forest reserve. **Perspectives in Ecology and Conservation** 16(4):228–233. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2018.09.001>.

SILVEIRA, L.; JÁCOMO, A. T. A.; DINIZ-FILHO, J. A. Camera trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. **Biological Conservation**. 2003. V. 114, p. 351-355.

SOBERÓN, J.; LLORENTE, J. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. **Conservation Biology**. 1993. 7: 480–488.

SRBEK-ARAUJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Is camera-trapping an efficient method for surveying mammals in Neotropical forests? A case study in south-eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**. 2005. 21:121-125.

SRBEK-ARAUJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Armadilhas fotográficas na amostragem de mamíferos: considerações metodológicas e comparação de equipamentos. **Revista Brasileira de Zoologia** [online]. 2007. v.24(3): 647-656. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000300016>. Epub 25 Out 2007. ISSN 0101-8175. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752007000300016>.

TAVARES, J.; NOVAES, R. L. M.; VERÍSSIMO, I.; KUZEL, M. A.; COSTA-NETO, S. da; RANGEL, C.; BORGES, M.; MEDRADO, H.; ALVES, B.; SOUZA, R.; PINTO MENEZES, A. C.; MENEZES-JÚNIOR, L. F.; DIAS, D.; ANDREAZZI, C. de; GENTILE, R.; MORATELLI, R. (2021) Bats from the Pedra Branca Forest, Rio de Janeiro, Brazil. **Biodiversity Data Journal** 9. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/bdj.9.e77400>

TRAAD, R. M.; LEITE, J. C. M.; WECKERLIN, P.; TRINDADE, S. Introdução das espécies exóticas *Callithrix penicillata* (Geoffroy, 1812) e *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) em ambientes urbanos (Primates: Callitrichidae). **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**. 2012. 2(1): 9-23.

TROLLE, M. Pesquisa de mamíferos no sudeste do Pantanal, Brasil. **Biodiversidade e Conservação**. 2003. 12, 823– 836.

VERÍSSIMO, I.; CUPOLILLO, G.; JORGE, B. M. S.; NOVAES, R. L. M.; TAVARES, J. A.; GABRIEL, M. M.; COSTA-NETO, S. F.; COUTO, A. L. G. do; SCHMIDT, E.; MIRANDA, A.; ANDREAZZI, C. S. de; MORATELLI, R. (2022). Medium- and large-sized mammals from Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro, south-eastern Brazil. **Biodiversity Data Journal** 10: e86756. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e86756>

VILELA, J. F.; OLIVEIRA, J. A.; RUSSO, C. A. D. M. The diversification of the genus *Monodelphis* and the chronology of Didelphidae (Didelphimorphia). **Zoological Journal of the Linnean Society**. 2015. 1–14.

WHITE, R.; RAZGOUR, O. (2020). Emerging zoonotic diseases originating in mammals: a systematic review of effects of anthropogenic land-use change. **Mammal Review** 50 (4): 336-352. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/mam.12201>

WILSON, D.; REEDER, D. (2005) **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. 3. Johns Hopkins University Press, 2142 pp.

XAVIER, M. S. **Mamíferos terrestres de médio e grande porte do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba: riqueza de espécies e vulnerabilidade local**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2016. 101pp.

ZAHL, S. **Jackknifing an index of diversity**. *Ecologia*. 1977. 58: 907-913. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1936227>

ZALUAR, M.; VALE, M. Are invasive marmosets harmful to Atlantic Forest birds? **Perspectives in Ecology and Conservation**. 2020. 19: 153–160.

OCORRÊNCIA E DIVERSIDADE DE *BARTONELLA* EM MORCEGOS, ROEDORES, MARSUPIAIS E SAGUIS

Data de aceite: 13/03/2023

Jonathan Gonçalves-Oliveira

Laboratório de Hantavíroses e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Paulo Sérgio D'Andrea

Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Elba Regina Sampaio de Lemos

Laboratório de Hantavíroses e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: As espécies de *Bartonella* são agentes zoonóticos que infectam mamíferos e são transmitidos por vetores artrópodes. Diversos genótipos de *Bartonella* foram identificados em várias espécies de mamíferos selvagens e, no presente estudo, analisamos amostras de baço e fígado de primatas não humanos

(saguis), marsupiais, roedores e morcegos capturados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro e os resultados obtidos foram comparados com os genótipos descritos em mamíferos de Brasil. Utilizamos a PCR convencional para detectar o DNA de *Bartonella* usando fragmentos parciais dos genes *gltA*, *ftsZ* e *groEL*. Geramos árvores de inferência bayesiana e de máxima verossimilhança para caracterizar as amostras de PCR positivas e inferir as relações filogenéticas dos genótipos. Um total de 161 animais foram capturados, incluindo 110 morcegos, 4 roedores, 10 marsupiais e 37 saguis. O DNA de *Bartonella* foi amplificado a partir de amostras de tecido coletadas de 5 (3,1%) dos animais, dentre os quais, as espécies de morcegos *Artibeus lituratus* (3/58), *Carollia perspicillata* (1/15) e *Myotis izecksohni* (1/5). Considerando a diversidade de genótipos de *Bartonella* em diferentes loci e hospedeiros identificados no presente estudo, mais pesquisas são necessárias para melhor compreender as relações entre os diferentes genótipos de *Bartonella* e seus vetores e espécies hospedeiras. A presença de *Bartonella* spp. em morcegos da área de estudo indica que as populações humanas locais podem estar em risco de infecção por

este agente zoonótico devido ao *spillover* dessas espécies/genótipos circulantes no ambiente silvestre para os ambientes domésticos e peridomésticos. Os dados deste estudo encontram-se disponíveis em artigo publicado em revista científica em julho de 2020.

INTRODUÇÃO

Breve histórico das bartoneloses

Na década de 1910, uma doença emergente nomeada como “febre nas trincheiras” atingiu um milhão de soldados durante a Primeira Guerra Mundial. Essa patologia, até então desconhecida, foi causada por uma bactéria que, devido ao seu difícil cultivo, foi descrita como *Rickettsia quintana* (MURRAY, 1918; VENNING, 1919). Na ocasião, foi identificado que essas bactérias eram transmitidas pelo piolho humano (*Pediculus humanus*) e que os soldados acometidos por essa enfermidade tinham um quadro febril e também poderiam evoluir, entre outras manifestações clínicas, para um grave comprometimento cardíaco, denominado na época de “ação desordenada do coração”, atualmente conhecido como endocardite (RUIZ, 2018; ANSTEAD, 2016).

A bactéria, então denominada *Rickettsia quintana*, após ter sido cultivada em meio axênico na década de 1960, foi reclassificada como *Rochalimaea quintana*, em homenagem ao notável pesquisador brasileiro Henrique da Rocha Lima, por sua essencial contribuição no campo da rickettsiologia (ITO & VINSON, 1965; VINSON, 1966). Na sequência, foi identificada uma segunda nova espécie, *Rochalimaea henselae*, que, assim como *R. quintana*, passou a ser também relacionada à angiomatose bacilar (AB), uma entidade clínica caracterizada por lesões angiogênicas semelhantes à verruga peruana que acometia frequentemente pacientes com a síndrome da deficiência imunológica adquirida (SIDA) (KOEHLER *et al.*, 1992; REGNER *et al.*, 1992; RELMAN *et al.*, 1990; SLATER *et al.*, 1990; WELCH *et al.*, 1992).

Ainda na década de 1990, além da AB em pacientes com SIDA, essas duas espécies do mesmo tipo de agente etiológico foram identificadas também em pacientes imunocompetentes, principalmente em populações vulneráveis, como pessoas em situação de rua (MINNICK; BATTISTI, 2009). Concomitantemente, a espécie *R. henselae* foi reconhecida como o principal agente etiológico da doença da arranhadura do gato (DAG), um agravo, até então, relacionado ao agente *Afipia felis* (ANDERSON *et al.*, 1993; REGNER *et al.*, 1992b). Assim, considerando o dinamismo da história das doenças infecciosas e a humanidade, fica evidente a emergência e reemergência dessas bactérias que não somente adoeceram os soldados da Primeira Guerra Mundial, mas que também fizeram ressurgir infecções oportunistas em pacientes com SIDA e populações de sem-teto em áreas urbanas no início dos anos 1990 (MINNICK; BATTISTI, 2009).

Com advento das técnicas moleculares foi possível comprovar, a partir dos estudos do DNA e da análise do gene 16S, que os membros do gênero *Rochalimaea* estavam

intimamente relacionados a outra espécie bacteriana, chamada *Bartonella bacilliformis*, descrita pela primeira vez no Peru no final do século XIX (HUARCAYA *et al.*, 2004; DEL VALLE-MENDOZA *et al.*, 2018). Reconhecida como a única espécie do gênero *Bartonella* até 1993 (BRENNER *et al.*, 1993), essa bactéria é o agente causador da doença de Carrión, uma doença infecciosa que se apresenta com duas fases: a fase de uma anemia hemolítica aguda, reconhecida como “febre de Oroya”, e a fase crônica, conhecida como “verruca peruana”, ambas restritas à região andina (MINNICK *et al.*, 2014). Na forma crônica, o paciente apresenta lesões cutâneas caracterizadas por nódulos angiogênicos altamente vascularizados (NOGUICH, 1926). Neste contexto de reclassificação taxonômica a partir de dados moleculares, o gênero *Rochalimaea* foi então removido da ordem Rickettsiales e sinonimizado com o gênero *Bartonella*, o qual permaneceu como gênero monotípico da família Bartonellaceae (BRENNER *et al.*, 1993).

Agente etiológico

O gênero *Bartonella* compreende microrganismos pertencentes ao subgrupo alfa-2 da classe Proteobacteria, apresenta-se como bactéria Gram-negativa, de formato bacilar, com espécies que apresentam cílios e flagelos (ANGELAKIS; RAOULT, 2014). Atualmente, o gênero é constituído por mais de 40 espécies, dentre elas, algumas reconhecidas como subespécies e, desta forma, caracterizadas como espécies “candidatas” (OKARO *et al.*, 2017). Esse número cresce exponencialmente visto que a diversidade de potenciais reservatórios desse agente zoonótico é ainda subestimada (BREITSCHWERDT & KORDICK 2000; CHOMEL *et al.*, 2003a; BREITSCHWERDT *et al.*, 2010; LEI & OLIVAL 2014; SEGERS *et al.*, 2017).

As espécies do gênero *Bartonella* geralmente são encontradas em dois ambientes específicos: no intestino de um vetor artrópode e na corrente sanguínea do hospedeiro mamífero, com tropismo para as células do endotélio e eritrócitos (MINNICK; BATTISTI, 2009). A capacidade dessas bactérias de serem transmitidas por vetores hematófagos artrópodes facilita a sobrevivência e a dispersão desse agente bacteriano. Os vetores de *Bartonella* são diversos, incluindo pulgas, piolhos, carrapatos e flebotomíneos, esse último vetor especificamente da espécie *B. bacilliformis* (SANGARÉ *et al.*, 2014; STUCKEY *et al.*, 2017; VALLE-MENDOZA *et al.*, 2018; MAZUREK *et al.*, 2018; MÜLLER *et al.*, 2018; ŠLAPETA *et al.*, 2018).

Estudos mostram que as espécies de *Bartonella* provavelmente diversificaram de uma linhagem simbiote de abelha que, ao perderem diversos genes (cerca de 500), formaram um grupo extremamente diversificado com várias linhagens descritas entre os mamíferos (Eubartonellae), dentre os quais, os roedores e morcegos, considerados os seus principais reservatórios (LEI & OLIVAL, 2014; SEGERS *et al.*, 2017). Embora, até a presente data, apenas 18 genótipos tenham sido implicados como agentes causadores de

doença humana, 45 espécies de *Bartonella* têm sido identificadas em diversos grupos de vertebrados reservatórios como os animais domésticos, animais de produção e diversas espécies de animais silvestres, além de humanos no caso da espécie *B. bacilliformis* (VU DANG *et al.*, 2004; DRANCOURT *et al.*, 2005; FOURNIER *et al.*, 2015). Nas últimas décadas, novos grupos de animais reservatórios têm sido identificados, como mamíferos marinhos (CARRASCO *et al.*, 2014), herbívoros terrestres (BERMOND *et al.*, 2002; EREQAT *et al.*, 2016) e carnívoros selvagens, incluindo leões, ursos e raposas (MOLIA *et al.*, 2004; HENN *et al.*, 2009a, 2009b; GERRIKAGOITIA *et al.*, 2012; CHOMEL *et al.*, 2016; JAFFE *et al.*, 2018; KRÓL *et al.*, 2019).

O ciclo de infecção por *Bartonella* spp. se inicia a partir da picada de um artrópode hematófago infectado com a penetração desse agente a partir de abrasões e lesões na pele de um hospedeiro mamífero. Após a penetração, as bartonelas permanecem inicialmente no seu nicho primário, no sistema monocítico fagocitário (células dendríticas e macrófagos), cujo comprometimento determina o surgimento de linfadenopatia localizada. Somente com o desenvolvimento da infecção, sem o controle do sistema imunológico, os eritrócitos passam a ser colonizados, resultando em uma bacteremia na qual ocorrem as etapas de adesão até a invasão, com persistência intracelular e consequente fechamento do ciclo com a transmissão do agente para o vetor.

Bartonelas e a Bartonelose no Brasil

No Brasil, a circulação de *Bartonella* spp. foi registrada primeiramente a partir de evidências sorológicas em pacientes. Amostras de 457 pacientes adultos foram coletadas entre o período de março e abril de 2001 no município de Piau, Minas Gerais, onde foi possível identificar que 13,7% (60/457) dos pacientes tinham anticorpos para *B. henselae* e 12,8% (56/457) para *B. quintana* (Costa *et al.*, 2005).

Em um estudo desenvolvido no Rio de Janeiro, em 2005, quando 125 amostras de pacientes HIV-positivos de Jacarepaguá foram testadas, os autores detectaram uma prevalência de 38,4% (48/125) de anticorpos da classe IgG anti-*B. henselae*. 20% tinham gatos como animais de estimação e 48% relataram ter contato direto ou indireto com gatos domésticos. O mesmo número de amostras de um banco de doadores de sangue foi utilizado como grupo controle da região estudada (Jacarepaguá, RJ) e a soroprevalência verificada de 34,4% foi semelhante à dos pacientes HIV-positivos (LAMAS *et al.*, 2008, 2010). Em 2014, ainda em paciente HIV-positivo, foi identificado no município do Rio de Janeiro um caso de infecção por *Bartonella* spp., em que as manifestações clínicas se caracterizam por ser um quadro febril associado a uma lesão cutânea e adenomegalia. Na história epidemiológica, o paciente relatava contato com animal doméstico e a suspeita de infecção por *Bartonella* spp. foi confirmada por análise molecular (FAVACHO *et al.*, 2014).

Quanto aos animais domésticos, um estudo foi realizado em três mesorregiões do

estado Rio de Janeiro, onde 204 amostras sanguíneas de gatos domésticos foram PCR-positivas. A prevalência de gatos PCR-positivos para *Bartonella* spp. variou de 4% a 70%, de acordo com as mesorregiões: (i) região metropolitana, composta por 24 localidades, com 70% (144/204) gatos PCR-positivos; ; (ii) municípios de Niterói e Duque de Caxias, com 6% (14/204) das amostras de gatos infectados; (iii) região serrana, em especial em Itaipava, com 4% (9/204) gatos PCR-positivos; e (iv) região centro sul-fluminense, onde 18% (37/204) das amostras foram positivas (SOUZA, 2009).

Posteriormente, em 2010, foram detectados roedores da espécie *Rattus norvegicus* naturalmente infectados em áreas urbanas de Salvador, onde 35% dos animais analisados foram positivos em análises sorológicas e moleculares (26/73); um dos roedores apresentou também coinfeção com *Seoul orthohantavirus* (SEOV), um vírus causador da febre hemorrágica (hantavirose) na Europa, Ásia e também no Brasil (LEDUC *et al.*, 1985; COSTA *et al.*, 2014).

A ocorrência de infecção em roedores silvestres no Brasil só foi registrada recentemente, quando 42 animais capturados no estado de Mato Grosso do Sul, nos municípios de Sidrolândia e Dois Irmãos do Buriti, foram submetidos à análise molecular e 18 deles mostraram-se infectados por bartonelas. Sete espécies de roedores sigmodontíneos foram positivas para *B. vinsonii* subsp. *arapuensis*: *Calomys callosus*, *Cerradomys maracajuensis*, *Hylaeamus megacephalus*, *Necomys lasiurus*, *Nectomys squamipes*, *Oecomys catherinae* e *Oxymycterus delator* (FAVACHO *et al.*, 2015).

Estudos mais recentes, em ecorregiões diferentes, vêm sendo realizados para compreender a participação de mamíferos silvestres no ciclo zoonótico das bartonelas (GONÇALVES *et al.*, 2016; FONTALVO *et al.*, 2017). Assim, no bioma da Caatinga, foram analisados os mamíferos domésticos, silvestres e seus ectoparasitas através de análises sorológicas e moleculares. Registrou-se que das 109 amostras de cães, 27 apresentaram anticorpos para *Bartonella* spp. (24,7%) e dos 40 gatos, seis também foram sororreativos (15%). Carrapatos e pulgas foram submetidos à análise molecular e duas espécies de pulgas foram positivas: (i) *Polyplax irritans*, coletada do canídeo silvestre *Cerdocyon thous*, infectada pela espécie *B. rochalimae*; (ii) *P. irritans* coletada de cães domésticos, infectada por *B. rochalimae* e *B. vinsonii berkhoffi*; e (iii) *Ctenocephalides felis felis* coletada de gatos domésticos, infectada por *B. clarridgeae* e *B. henselae* (FONTALVO *et al.*, 2017).

Quanto à presença de infecção em quirópteros e roedores no Brasil, é preciso ressaltar a publicação de dois estudos conduzidos nos últimos quatro anos no estado do Rio de Janeiro, onde amostras biológicas submetidas a análises moleculares mostraram-se infectadas por *Bartonella* spp. No primeiro estudo, Rozental *et al.* (2017) identificaram sete espécies de roedores silvestres infectados por *Bartonella* spp. em seis municípios do Rio de Janeiro. No segundo estudo desenvolvido por Ferreira *et al.* (2018), quirópteros foram capturados em áreas de proteção ambiental com o objetivo de investigar a infecção por bartonelas e outras rickettsias em três diferentes estados: (i) Rio de Janeiro, no Parque

Estadual da Pedra Branca; (ii) Bahia, na Área de Proteção Ambiental do Pratigi e (iii) Santa Cantarina, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. *Desmodus rotundus*, *Artibeus fimbriatus*, *A. obscurus* e *Sturnira lilium* foram as espécies positivas para *Bartonella* spp.

No Brasil, apenas em 2014 a notificação da bartonelose tornou-se obrigatória no contexto do diagnóstico diferencial da febre maculosa, e a participação de animais domésticos, silvestres e humanos e a relação clínico-epidemiológica passaram a levantar uma série de questões ecológicas da interação entre esses grupos de hospedeiros. Neste contexto, a manutenção do ciclo zoonótico em áreas urbanas e de reservas florestais, assim como a participação de vetores potenciais, ainda é muito pouco conhecida no Rio de Janeiro, assim como em todo território nacional.

No ciclo silvestre desse agente, roedores e morcegos são os principais reservatórios de *Bartonella* spp., e em áreas florestais com intensa ação antrópica, cães ou gatos domésticos são reconhecidamente importantes predadores de roedores e morcegos, o que aumenta o risco de emergência de novos ciclos de diferentes espécies desse grupo de patógenos bacterianos. As unidades de conservação urbanas, como o Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), além de serem zonas de refúgio para animais silvestres, são rodeadas por casas nas quais, de forma recorrente, se observa o registro de animais domésticos explorando seu entorno, fato que aumenta a possibilidade de transmissão de espécies de *Bartonella* que estão associadas a mamíferos silvestres, aos animais domésticos e à população humana.

Com base neste cenário, de 2015 a 2019 foi realizado um estudo com o objetivo de investigar a presença e caracterizar filogeneticamente as espécies/genótipos de *Bartonella* spp. identificadas em mamíferos silvestres das ordens Rodentia, Didelphimorphia, Chiroptera e Primates capturados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, a fim de conhecer os processos de diversificação desses microrganismos e seus potenciais hospedeiros vertebrados.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), parcialmente sobreposta ao Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) no município do Rio de Janeiro. As amostras foram coletadas de janeiro de 2015 a dezembro de 2018 na EFMA, em um gradiente de antropização que variou de regiões com maior grau de atividade antrópica (habitações e uso do espaço) a áreas mais preservadas (menor uso de espaço e sem habitações). Essa área possui 125 km² de vegetação secundária de Mata Atlântica, 26% de floresta com intensa atividade antrópica baseada na agricultura e pastagem, 17% de floresta secundária e 55% de floresta contínua preservada. O PEPB é

o maior remanescente florestal de floresta ombrófila densa contínua na cidade do Rio de Janeiro e considerado a maior cobertura vegetal nas áreas urbanas do Estado do Rio de Janeiro (INEA, 2013a, 2013b).

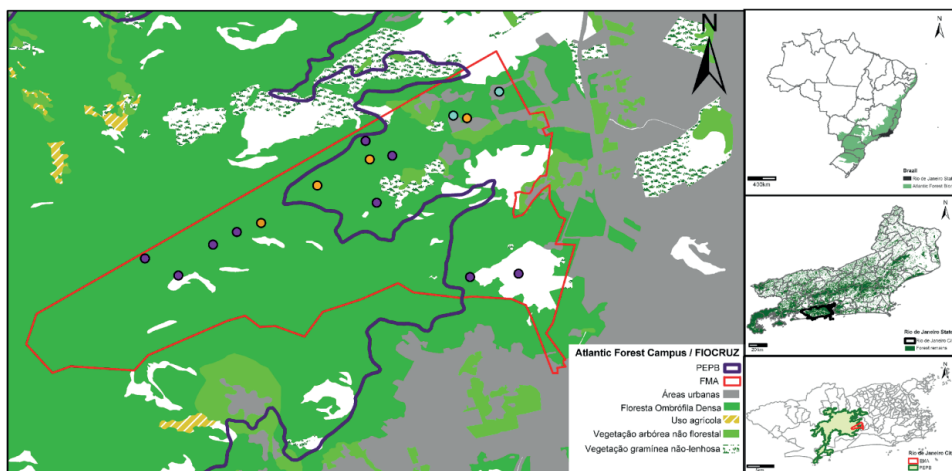


Figura 1. Áreas de amostragem de mamíferos silvestres na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (delimitada em vermelho), indicando os pontos de amostragem de primatas não-humanos (azul), roedores, marsupiais (roxo) e morcegos (amarelo).

Métodos de captura de primatas não humanos do gênero *Callithrix*

Os saguis foram capturados em dois pontos do peridomicílio da EFMA (Figura 1). As amostragens foram realizadas em janeiro de 2015, novembro de 2016 e setembro de 2018. Cada ponto de captura teve um período de adaptação à armadilha, foi iscado com bananas por 10 dias, e colocado para atrair os animais e aumentar a frequência de grupos de saguis nos pontos escolhidos. Após esse período, que depende da frequência de ocorrência dos animais em cada ponto, dez armadilhas Tomahawk™ (Modelo 201, 16 x 5 pol x 5 polegadas) foram colocadas para a captura dos animais. Os saguis capturados foram transportados dentro das armadilhas até o laboratório de campo da EFMA (a 500 m do local de captura), com o cuidado de mantê-los em bolsas escuras para reduzir o estresse e o risco de automutilação. As espécies *Callithrix jacchus* e *C. penicillata* são oriundas dos biomas da Caatinga e do Cerrado, respectivamente (CÉZAR *et al.*, 2017). Ambas foram introduzidas em áreas antropizadas do Rio de Janeiro, causando impacto na conservação das espécies nativas de saguis, como *C. geoffroyi* e *Leontopithecus rosalia*. Devido à hibridização natural entre *C. jacchus* e *C. penicillata* já relatada nessas áreas e à complexidade na diferenciação das características morfológicas e moleculares dos híbridos, a nomenclatura adotada foi *Callithrix* sp para classificar os espécimes encontrados na EFMA.

Métodos de captura dos roedores e marsupiais

As áreas de captura de roedores e marsupiais foram estabelecidas por nove transectos lineares e diferentes estados de conservação da paisagem. Três amostragens foram realizadas em julho, outubro e novembro de 2017. Cada transecto foi composto por 20 estações de captura distantes 20 metros uma da outra. Dentre esses transectos, dois foram estabelecidos no peridomicílio, três transectos nas áreas de transição e quatro transectos dentro dos limites do PEBP (Figura 1). Em cada estação de captura, duas armadilhas do tipo *live-trap* foram usadas, uma tipo Tomahawk™ (50 x 21,5 x 20) e uma do tipo Sherman™ (37,5 x 10 x 12 cm). Essas armadilhas são adequadas para capturar pequenos mamíferos vivos de até 3 kg.

Métodos de captura dos morcegos

As capturas de morcegos foram realizadas em quatro áreas com diferentes estágios de conservação durante os períodos de maior e menor pluviosidade (Figura 1). Cinco amostragens foram realizadas em outubro e novembro de 2017 e em fevereiro, julho e dezembro de 2018, com cada uma delas composta por quatro noites de capturas consecutivas. As áreas de amostragem foram estabelecidas ao longo de um gradiente antrópico, em que o ponto exterior se caracterizava por ser o mais degradado e com intensa pressão antrópica; o segundo ponto apresentava um grau intermediário de conservação e pressão; o terceiro ponto em área conservada e com baixa pressão antrópica; e o último ponto, localizado no interior do parque, caracterizava-se por ser uma área mais conservada e com baixa pressão antrópica. Foram utilizadas 10 redes de neblina (poliéster, malha de 20 mm, medindo 9 x 3 m) próximas a fontes de alimentos, corpos d'água e rotas de voo, como trilhas existentes na floresta, estradas e clareiras na vegetação. As redes de neblina foram abertas no crepúsculo com revisão em intervalos de 15 minutos e fechadas após quatro horas de exposição (ESBÉRARD; BERGALLO, 2008). Os animais colhidos foram embalados em sacos de algodão e posteriormente registrados para os espécimes como uma descrição geral.

Métodos laboratoriais para detecção de DNA de *Bartonella* spp.

As amostras de fígado e baço foram submetidas à extração de DNA usando um kit comercial (QIAamp DNA Mini Kit, Qiagen®) de acordo com as instruções do fabricante. Amostras do baço eram preferidas para testes moleculares (KOSOY *et al.*, 2018), mas quando indisponíveis, foram utilizadas as amostras de fígados. A qualidade do DNA extraído foi avaliada a partir de géis de agarose. O DNA de *Bartonella* detectado em roedores e morcegos silvestres em estudos anteriores (FERREIRA *et al.*, 2018; ROZENTAL *et al.*, 2017) foi usado como controle positivo para a PCR, e água *nuclease-free* (UltraPure™ DNase / RNase -Free - Invitrogen) foi utilizada como controle negativo.

As amostras de DNA foram submetidas à detecção molecular por PCR convencional para avaliar a presença de DNA de *Bartonella* spp., a partir de uma etapa de triagem pelo fragmento do gene *gltA* (GONÇALVES-OLIVEIRA *et al.*, 2020; ROZENTAL *et al.*, 2017). Posteriormente, a partir do resultado positivo, outros genes foram amplificados utilizando os primers descritos no Quadro 1. A reação de PCR foi conduzida em um volume final de 25 µl de acordo com as instruções do fabricante e usando os métodos de Rozental *et al.* (2017). As etapas da reação estão listadas no Quadro 1 para cada gene analisado. Para a reação de sequenciamento, os produtos amplificados foram purificados usando o kit Illustra GFX PCR DNA e Gel Band Purification (GE Healthcare ©) e foram sequenciados usando o kit BigDye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction®v3.1 (Thermo Fisher Scientific™, Waltham, MA, EUA).

Quadro 1. Sequências de primers dos fragmentos dos genes alvo (*gltA*, *ftsZ* e *groEL*) e das ciclagens da PCR de *Bartonella* spp. em amostras biológicas de mamíferos capturados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

Primes (5'-3')	Gene (<i>Bartonella</i> spp)	Produto (pb)	Ciclagens	Referencias
<i>gltA</i> F1 (GCT ATG TCT GCV TTC TAT CAY GA) <i>gltA</i> OR1 (AGA ACA GTA AAC ATT TCN GTH GG)	<i>gltA</i>	731	95 °C for 10 min, 35 cycles of 95 °C for 30 s, 58 °C for 30 s, and 72 °C for 45s, and final extension of 72 °C for 8 min.	Rozental <i>et al.</i> (2017)
<i>gltA</i> F2 (ACD CTY GCY GCD ATG GCN ATA A) <i>gltA</i> R1 (AGA ACA GTA AAC ATT TCN GTH GG)	<i>gltA</i>	500	95 °C for 10 min, 35 cycles of 95 °C for 30 s, 60 °C for 30 s, and 72 °C for 45s, and final extension of 72 °C for 8 min.	Rozental <i>et al.</i> (2017)
<i>ftsZ</i> F1 (ATT AAT CTG CAY CCG CCA GAT AT) <i>ftsZ</i> R1 (TCA TCA TCA ATR GCV CCA AAR AT)	<i>ftsZ</i>	791	95 °C for 10 min, 35 cycles of 95 °C for 30 s, 54 °C for 30 s, and 72 °C for 45s, and final extension of 72 °C for 8 min.	Gonçalves-Oliveira <i>et al.</i> (2020)
<i>groEL</i> F1 (TTR GAA GTY GTK GAA GGD ATG CA) <i>groEL</i> R1 (GCN GCT TCT TCA CCG DCA TT)	<i>groEL</i>	798	95 °C for 10 min, 35 cycles of 95 °C for 30 s, 54 °C for 30 s, and 72 °C for 45s, and final extension of 72 °C for 8 min.	Gonçalves-Oliveira <i>et al.</i> (2020)

Bioinformática

As sequências de nucleotídeos, os cromatogramas e as sequência de consenso foram analisados no programa Geneious®11.1.5 (KEARSE *et al.*, 2012). As sequências nesse estudo e das bases de dados Genbank foram alinhadas com as espécies descritas por Okaro e colaboradores (2017). As sequências de *Brucella abortus* IVRI / 95 e *Ca. Tokpelaia hoelldoblerii* (SEGERS *et al.*, 2017) foram usados como grupos externos. Os alinhamentos finais de *gltA* (718 bps), *ftsZ* (788 bps) e *groEL* (798 bps) e os genótipos brasileiros de cada gene foram incluídos nas análises (GONÇALVES *et al.*, 2020; CALCHI *et al.*, 2020; ANDRÉ *et al.*, 2019a; ANDRÉ *et al.*, 2019b; PEDRASSANI *et al.*, 2019; SILVA

et al., 2019; AMARAL *et al.*, 2018; SOUSA *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2018; ROZENTAL *et al.*, 2017; IKEDA *et al.*, 2017; GONÇALVES *et al.*, 2016a; DINIZ *et al.*, 2016; ANDRÉ *et al.*, 2014; MICELI *et al.*, 2013; FILONI *et al.*, 2012). Todas as sequências foram alinhadas usando o algoritmo MAFFT v7.388 para cada gene sequenciado (KATO; STANDLEY, 2013). Esses alinhamentos foram usados para calcular o número de haplótipos no programa DNAsp. software v5 (LIBRADO; ROZAS, 2009). O melhor modelo evolutivo para cada gene foi determinado pelo Critério de Inferência Bayesiano (BIC) usando o algoritmo *Smart model* da Plataforma de Bioinformática de Montpellier (LEFORT *et al.*, 2017). A análise filogenética de cada gene foi baseada em (a) Máxima Verossimilhança (MV), executada na Plataforma de Bioinformática de Montpellier, com suporte estatístico para os diferentes clados por uma pesquisa heurística com 1000 réplicas bootstrap (GUINDON; GASCUEL, 2003) e (b) Inferência Bayesiana (IB) executada em Mr.Bayes 3.1.2 (HUELSENBECK; RONQUIST, 2005) com relógio relaxado não correlacionado (DRUMMOND *et al.*, 2006) e tamanho populacional constante (KINGMAN, 1982). As simulações de Markov Chain Monte Carlo (MCMC) foram rodadas por 10^9 gerações e amostradas a cada 10^5 gerações, com um burn-in de 10%, no programa BEAST v.1.8.4 (DRUMMOND; RAMBAUT, 2007). O suporte nodal da topologia de cada gene foi calculado pelo *bootstrap* e a probabilidade posterior (PP) com um *cut-off* de 50%.

RESULTADOS

Um total de 161 animais foi capturado durante o estudo, incluindo 110 morcegos, quatro roedores, 10 marsupiais e 37 saguis (Tabela 1). A espécie mais abundante capturada foi o morcego *Artibeus lituratus*, seguido dos saguis, *Callithrix* sp. O DNA de *Bartonella* foi amplificado em amostras de tecido de cinco espécimes (3,1% do total), principalmente nas espécies de morcegos, dentre elas, três amostras de *Artibeus lituratus* (3/58) e uma amostra de *Carollia perspicillata* (1/15) e de *Myotis izechsohni* (1/5) (Tabela 1). Nenhuma amostra de roedor, marsupial ou sagui foi encontrada com DNA de *Bartonella* na área da EFMA/PEPB.

Tabela 1. Animais capturados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, seguidos do número de PCR positivas para *Bartonella* spp. e taxa de infecção por espécie.

Espécies	Total de indivíduos	PCR positivo (<i>Bartonella</i> spp.)	Taxa de infecção por espécie
Ordem Primates			
<i>Callithrix</i> sp.	37	-	-
Ordem Didelphimorphia			
<i>Didelphis aurita</i>	7	-	-
<i>Monodelphis americana</i>	3	-	-
Ordem Rodentia			
<i>Oligoryzomys nigripes</i>	4	-	-
Ordem Chiroptera			
<i>Artibeus fimbriatus</i>	5	-	-
<i>Artibeus lituratus</i>	58	3	5,2%
<i>Artibeus obscurus</i>	1	-	-
<i>Carollia perspicillata</i>	15	1	6,7%
<i>Chiroderma villosum</i>	1	-	-
<i>Desmodus rotundus</i>	1	-	-
<i>Eptesicus brasiliensis</i>	1	-	-
<i>Glossophaga soricina</i>	2	-	-
<i>Lonchophylla peracchii</i>	1	-	-
<i>Micronycteris minuta</i>	1	-	-
<i>Molossus molossus</i>	2	-	-
<i>Myotis izecksohni</i>	5	1	2,0%
<i>Myotis nigricans</i>	6	-	-
<i>Philostomus hastatus</i>	3	-	-
<i>Platyrrhinus lineatus</i>	1	-	-
<i>Platyrrhinus recifinus</i>	1	-	-
<i>Sturnira lilium</i>	3	-	-
<i>Vampyressa pusilla</i>	3	-	-
Abundância total/ Taxa de infecção total	161	5	3,1%

Os testes das PCRs indicaram que o gene alvo *ftsZ* foi amplificado em todas as cinco amostras de morcegos, enquanto o gene *gltA* foi amplificado em quatro amostras e o gene *groEL* em duas amostras (Tabela 3.2). O gênero *Bartonella* formou um grupo monofilético e as linhagens principais foram reconstruídas com alto suporte nodal. As árvores MV e IB foram congruentes para a maioria das espécies e linhagens. O melhor modelo evolutivo identificado para os genes *gltA* e *ftsZ* foi o modelo GTR com sítios

invariáveis (I) e distribuição gama (G), enquanto o melhor modelo para o gene *groEL* foi o modelo HKY + I + G. Os tamanhos de amostra efetivos foram acima de 200 para todas as árvores bayesianas.

Tabela 2. Espécies de morcegos PCR positivos com DNA de *Bartonella* spp.

Nº de coleção	Espécie	Localidade	Amostras de tecido	<i>gltA</i> (720bp)	<i>ftsZ</i> (790bp)	<i>groEL</i> (798bp)
FMA9	<i>Artibeus lituratus</i>	Rio de Janeiro/RJ	Baço	X	X	X
RM1612	<i>Artibeus lituratus</i>	Rio de Janeiro/RJ	Baço	X	X	-
RM1618	<i>Artibeus lituratus</i>	Rio de Janeiro/RJ	Baço	X	X	-
FMA31	<i>Carollia perspicillata</i>	Rio de Janeiro/RJ	Baço	X	X	-
FMA122	<i>Myotis izecksohni</i>	Rio de Janeiro/RJ	Baço		X	X

Os genótipos encontrados neste estudo foram associados aos já previamente descritos para outros mamíferos e vetores brasileiros, confirmando a diversidade de hospedeiros do gênero *Bartonella* no Brasil (Figura 2). A árvore filogenética do gene *gltA* teve quatro genótipos dos morcegos dispostos em sete clados (B, C, D, F, I, J, e L), intimamente relacionados aos genótipos encontrados em outros roedores e morcegos (A, E, G,H, K), registrados no Brasil (Figura 3).

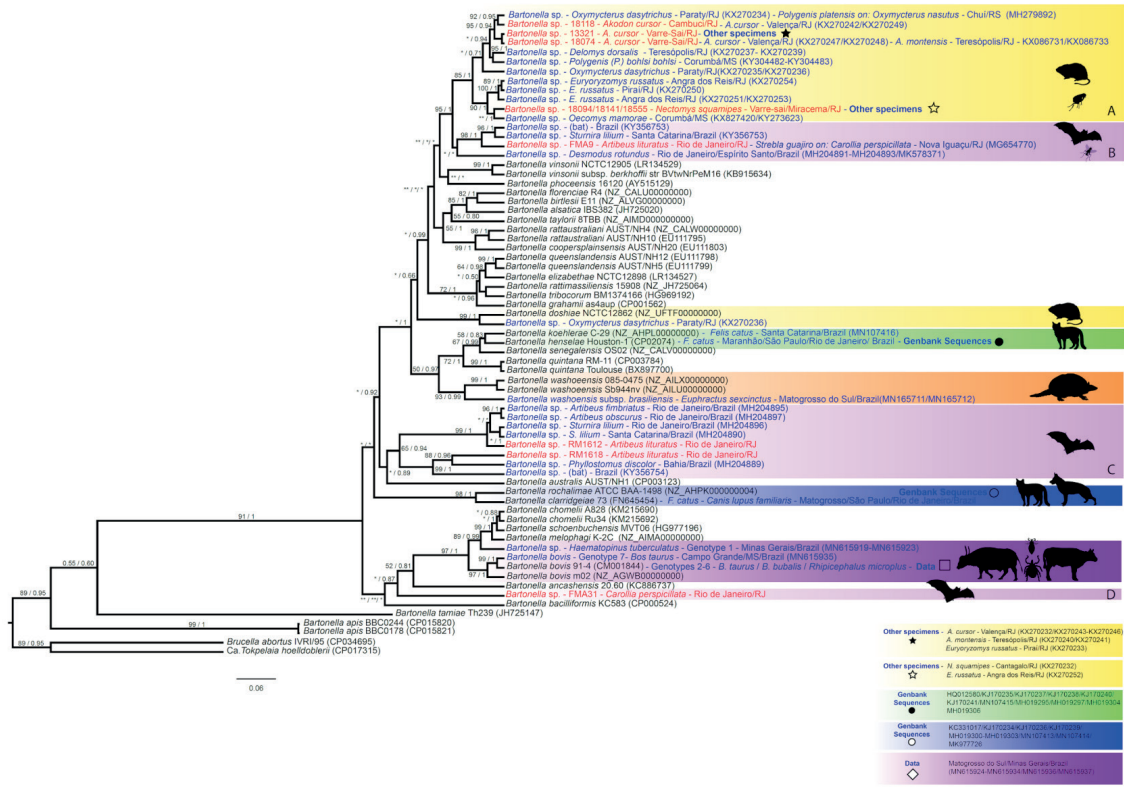


Figura 2. Relações filogenéticas do gênero *Bartonella* com base no gene *gltA*. A árvore foi inferida por meio da Máxima Verossimilhança (MV) e Inferência Bayesiana (IB) com o modelo GTR + I + G. O suporte nodal é descrito à esquerda por réplicas de bootstrap e à direita pela probabilidade posterior de cada nó representado. As seqüências detectadas no presente estudo estão descritas em vermelho e as seqüências de estudos anteriores de genótipos brasileiros em azul. Os cladogramas destacados representam os genótipos descritos para o Brasil. Os cladogramas A, B, C e D representam os genótipos obtidos neste estudo. *Brucella abortus* e *Candidatus Tokpelaia hoelldoblerii* foram usadas como um grupo externo. Retirado de Gonçalves-Oliveira et al. (2020).

Os genótipos de *Bartonella* do gene *gltA* foram descritos em muitos hospedeiros mamíferos silvestres, como roedores, morcegos e tatu, bem como em animais domésticos, incluindo cães, gatos e gado, do Brasil (Figura 3). Além desses hospedeiros vertebrados, alguns genótipos foram descritos em vetores hematofagos, como pulgas, moscas, piolhos e carrapatos (Figura 3). O clado B, composto por genótipos dos morcegos, não teve suporte nodal nas análises de MV ou IB, embora o genótipo de *A. lituratus* (FMA9) do Rio de Janeiro tenha se agrupado com os genótipos de *Sturnira lilium* e outro morcego não identificado, ambos descritos do Brasil, com alto suporte nodal nas análises MV e IB (98/1). Este genótipo foi semelhante ao encontrado no vetor díptero, *Strebila guajiro*, coletado de *C. perspicillata* no Rio de Janeiro. Os cladogramas A e B foram agrupados com alto suporte nodal nas análises MV e IB (95/1), e com espécies do complexo *B. vinsonii*, embora de forma diferente nas análises MV e IB. O clado C, representado por genótipos de morcego, teve

alto suporte nodal nas análises MV e IB (65 / 0,94) e combinou dois clados. Um genótipo de *A. lituratus* (RM1612) agrupado com os genótipos de *S. liliium* e duas espécies de *Artibeus*, *A. fimbriatus* e *A. obscurus*. O segundo genótipo de *A. lituratus* agrupou-se com os genótipos de *Phyllostomus discolor* e outro morcego não identificado, ambos descritos no Brasil. No clado D, o último genótipo descrito na árvore (FMA31), que foi encontrado em *C. perspicillata*, não se agrupou com as demais espécies de *Bartonella*, porém foi próximo a *Bartonella ancashensis* e *Bartonella bacilliformis*.

Os genótipos de *Bartonella* do gene *groEL* foram descritos em roedores, morcegos e gatos domésticos do Brasil (E-G; Figura 4). No clado F, o genótipo encontrado em *A. lituratus* (FMA9) foi agrupado próximo às espécies *Bartonella rattaustraliani* e *Bartonella japonica*, com um suporte nodal de 0,97 na análise de IB.

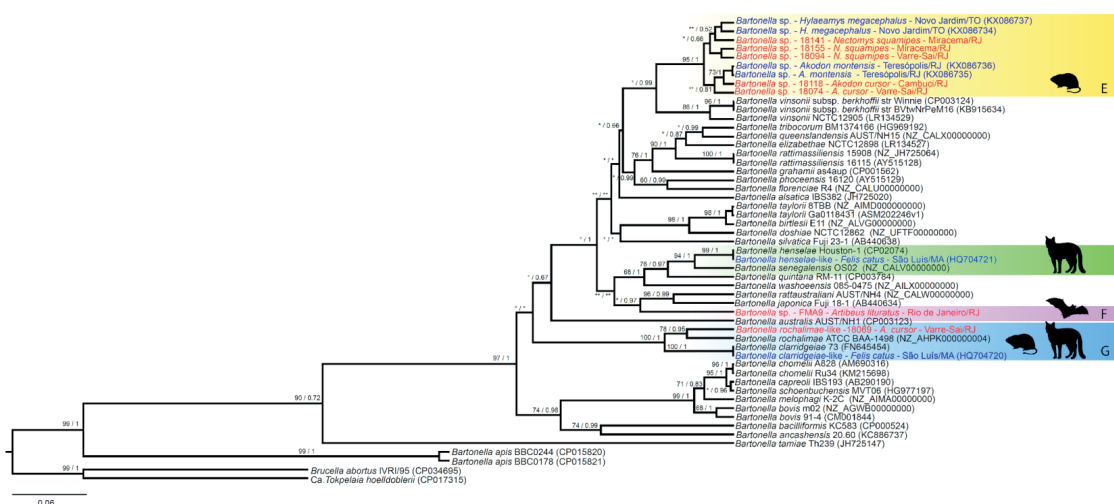


Figura 3. Relações filogenéticas do gênero *Bartonella* com base no gene *groEL*. A árvore foi inferida por meio da Máxima Verossimilhança (MV) e Inferência Bayesiana (IB) com o modelo HKY+I+G. O suporte nodal é descrito à esquerda por réplicas de bootstrap e à direita pela probabilidade posterior de cada nó representado. As sequências detectadas no presente estudo estão descritas em vermelho e as sequências de estudos anteriores de genótipos brasileiros em azul. Os clados destacados representaram os genótipos descritos para o Brasil. Os clados E, F e G representam os genótipos obtidos neste estudo. *Brucella abortus* e *Candidatus Tokpelaia hoelldoblerii* foram usadas como um grupo externo. Retirado de Gonçalves-Oliveira et al. (2020).

A árvore filogenética dos genótipos de *Bartonella* do gene *ftsZ* tinha nove genótipos agrupados em cinco clados (H-L; Figura 4). Os genótipos dispostos nos clados I, J e L foram encontrados nos morcegos deste estudo. No clado I, o genótipo *Bartonella*, encontrado em *A. lituratus* (FMA9) do Rio de Janeiro, agrupou-se intimamente com *Bartonella pachyuromydis*, embora não tenha tido suporte nodal na análise de MV, e o suporte foi limitado a 0,59 na análise de IB. No clado J, o genótipo de *Bartonella* encontrado em *C. perspicillata* formou

um clado distinto, próximo de *Bartonella chomelii*, *B. schoenbuchensis*, *B. melophagi*, *B. capreoli* e *B. bovis*, embora não tenha havido congruência ou suporte nodal nas análises de MV e IB. Os genótipos do clado L, em *A. lituratus* (RM1612 / RM1618), formaram um clado único, distinto de todas as outras espécies, mas sem suporte nodal nas análises de MV ou IB.

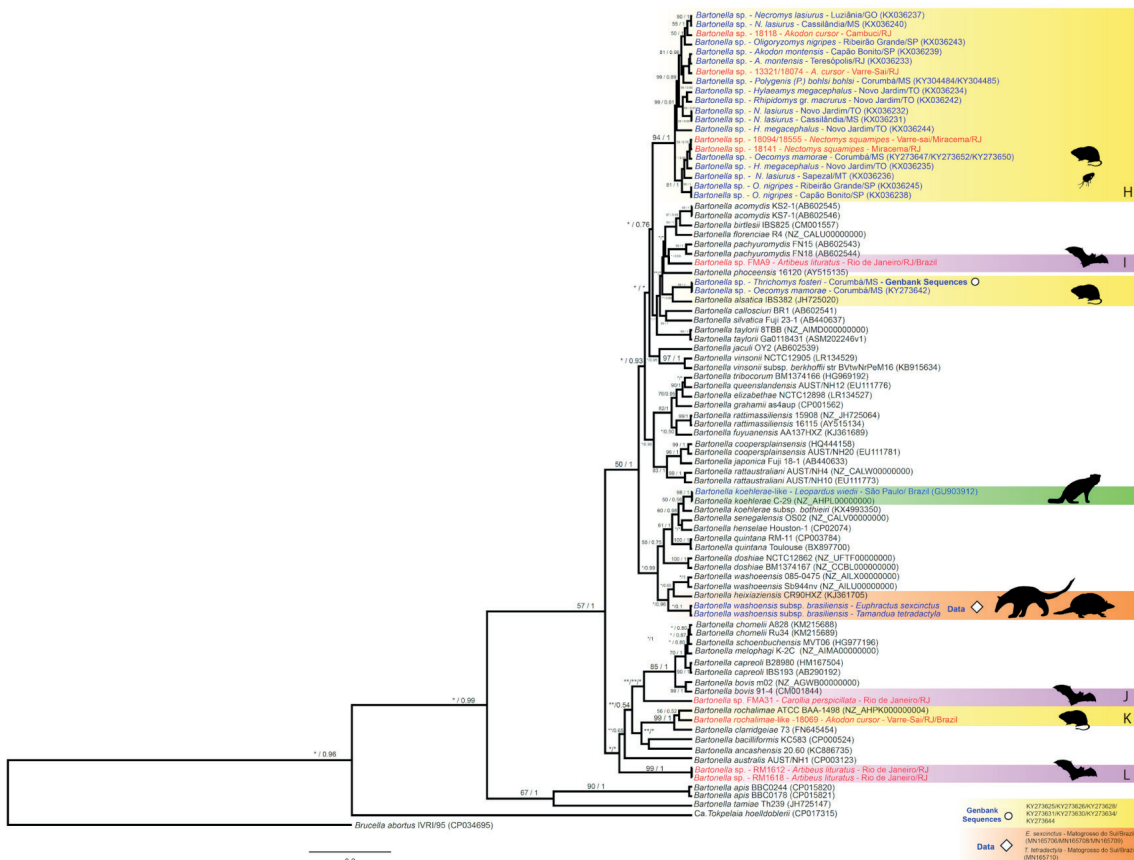


Figura 4. Relações filogenéticas do gênero *Bartonella* com base no gene *ftsZ*. A árvore foi inferida por meio da Máxima Verossimilhança (MV) e Inferência Bayesiana (IB) com o modelo GTR + I + G. O suporte nodal é descrito à esquerda por réplicas de bootstrap e à direita pela probabilidade posterior de cada nó representado. As sequências detectadas no presente estudo estão descritas em vermelho e as sequências de estudos anteriores de genótipos brasileiros em azul. Os cladogramas destacados representaram os genótipos descritos para o Brasil. Os cladogramas H, I, J, K, e L representam os genótipos obtidos neste estudo. *Brucella abortus* e *Candidatus Tokpelaia hoellboeberii* foram usadas como um grupo externo. Retirado de Gonçalves-Oliveira et al. (2020).

DISCUSSÃO

Considerando o aspecto generalista de infecção de *Bartonella* e que as áreas antropizadas poderiam favorecer a abundância de espécies de mamíferos com maior plasticidade a alterações ambientais, com consequente aumento na prevalência de

Bartonella, foram avaliadas as amostras de roedores, morcegos, marsupiais e primatas não humanos capturados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

As bartonelas não possuem uma preferência ou especificidade por um hospedeiro único, então a avaliação da sua presença em vertebrados e invertebrados dos diversos gêneros e espécies possibilita uma melhor compreensão do ciclo desses patógenos em diversas paisagens (VAYSSIER-TAUSSAT *et al.*, 2009). Os dados disponíveis sobre os genes *gltA*, *groEL* e *ftsZ* indicam que 26 espécies de mamíferos foram registradas como hospedeiras de diferentes espécies e genótipos de *Bartonella*. Entre essas espécies, observam-se 12 roedores (*Oxymycterus dasytrichus*, *A. cursor*, *A. montensis*, *Delomys dorsalis*, *Euryoryzomys russatus*, *N. squamipes*, *Oecomys mamorae*, *Hylaeamys megacephalus*, *N. lasiurus*, *O. nigripes*, *Rhipidomys gr. Macrurus* e *Thrichomys fosteri*), sete morcegos (*A. lituratus*, *A. fimbriatus*, *A. obscurus*, *C. perspicillata*, *Desmodus rotundus*, *Phyllostomus discolor*, *Sturnira lilium*), um felídeo (*Leopardus wiedii*), um tatu (*Euphractus sexcinctus*) e um tamanduá (*Tamandua tetradactyla*). Mamíferos domésticos e de criação, como cães (*Canis lupus familiaris*), gatos (*Felis catus*), gado (*Bos taurus*) e búfalos (*Bos bubalis*) também foram descritos como hospedeiros de *Bartonella* (BREITSCHWERDT, KORDICK, 2000; BREITSCHWERDT *et al.* 2010).

Embora os marsupiais capturados no estudo tenham sido PCR negativos para *Bartonella*, é preciso ressaltar que pela primeira vez esses animais foram pesquisados quanto à presença de infecção deste grupo de proteobactérias na EFMA. Em adição, por serem amostras coletadas de animais capturados de uma única localidade do estado do Rio de Janeiro, esses resultados obtidos devem ser considerados preliminares, pois não representam as diferentes populações e espécies de marsupiais sul-americanos. É preciso mais estudos nesse grupo de vertebrados, já que marsupiais australianos da espécie *Macropus giganteus*, apesar de apresentarem histórias evolutiva e natural diferentes, foram detectados com infecção por *B. australis*, sugerindo que marsupiais sul-americanos podem, potencialmente, abrigar esses microrganismos (FOURNIER *et al.*, 2007; SAISONKORH *et al.*, 2009).

Gonçalves *et al.* (2020) sugeriram que marsupiais brasileiros não são hospedeiros naturais de *Bartonella*, visto que, tanto em suas pesquisas quanto em estudos anteriores (SOUSA *et al.*, 2018; FONTALVO *et al.*, 2017), o DNA de *Bartonella* não foi detectado em qualquer um dos espécimes de marsupiais ou seus vetores analisados. Os marsupiais neotropicais são um grupo bastante diverso, tanto com espécies especialistas em ambientes mais preservados, quanto com espécies mais generalistas e com ampla distribuição, como as espécies do gênero *Didelphis*, que são animais relativamente abundantes e comuns em áreas residenciais e rurais.

Recentemente, Alcantara *et al.* (2020) encontraram evidências moleculares de DNA de *Bartonella* em gambás capturados de áreas periurbanas de Mata Atlântica do Rio de Janeiro, com uma taxa de infecção de 40-46%, um dado que ainda necessita da

caracterização da espécie de *Bartonella* encontrada. Diante do exposto, fica claro que é essencial continuar o monitoramento de possíveis infecções por *Bartonella* nesse grupo, a fim de determinar se esses mamíferos são resistentes à *Bartonella* ou se são, de fato, vulneráveis à infecção por essa bactéria.

Quanto aos primatas não humanos, existem poucos registros sobre ocorrência de infecção de *Bartonella* nesse grupo. No presente estudo, não foi possível detectar DNA de *Bartonella* nas amostras do gênero *Callithrix* spp., resultado semelhante ao observado por Bonato e colaboradores (2015), no município de São Luís, no estado do Maranhão, onde 87 indivíduos de primatas dos gêneros, *Sapajus* sp. e *Saimiri sciureus* (Cebidae) foram testados e PCR negativos para *Bartonella*.

O mesmo resultado negativo foi também observado no estudo de Melo *et al.* (2018), que analisaram, por detecção molecular, amostras de sangue de 50 indivíduos do gênero *Alouatta* mantidos em cativeiro, no estado de São Paulo. No entanto, nos primatas não humanos do Velho Mundo já existem registros de infecção natural por *B. quintana* na espécie *Macaca fascicularis*, no Sudeste da África, e na espécie *M. mulatta*, mantida em cativeiro na China. Em ambos os estudos, a detecção da infecção por *Bartonella* foi realizada com base em análise molecular (HUANG *et al.*, 2011; O'ROURKE *et al.*, 2005). Posteriormente, Bittar *et al.* (2014) detectaram *Bartonella* spp. em amostras fecais de *Gorilla gorilla gorilla* na África Ocidental, sugerindo que esses animais possam atuar como hospedeiros.

A diversidade de *Bartonella* encontrada em morcegos em estudos recentes revela a importância desse grupo de mamíferos como hospedeiros das diferentes espécies e genótipos de *Bartonella*, considerados, assim, o grupo de vertebrados chave na diversificação e da dispersão deste agente zoonótico a outros grupos de mamíferos (BAI *et al.*, 2012; CORDUNEANU *et al.*, 2018; AMARAL *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2018; IKEDA *et al.*, 2017; MCKEE *et al.*, 2016, 2021; STUCKEY *et al.*, 2017).

Quanto aos morcegos, as espécies *Artibeus lituratus* e *Carollia perspicillata* foram encontradas abrigando genótipos de *Bartonella*. As relações filogenéticas dos genótipos de *Bartonella* encontrados em *A. lituratus* (FMA9) variaram em sua topologia (clado B, F e I). Com base na topologia do gene *gltA*, o clado B é composto exclusivamente por genótipos descritos em morcegos brasileiros, como *Sturnira lilium*, o morcego hematófago, *Desmodus rotundus*, e outra espécie não identificada (ANDRÉ *et al.*, 2019; AMARAL *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2018; IKEDA *et al.*, 2017). O clado B pode, portanto, representar um grupo de espécies de *Bartonella* adaptado especificamente aos morcegos. Nas outras topologias, entretanto, há divergências nas relações filogenéticas, como observado na árvore do gene *groEL*, em que este genótipo se agrupou com *B. rattaustaliani* e *B. japonica* (clado F), e na árvore do gene *ftsZ*, em que se agrupou com *B. pachyuromydis* (clado I). Considerando a escassez de dados sobre a ocorrência dos genótipos de *Bartonella* (de genes diferentes do *gltA*) em morcegos hospedeiros do Brasil, é possível que a variação no arranjo filogenético seja resultado da ocorrência de mais de uma espécie de *Bartonella*

nesses hospedeiros, mas possivelmente também pela amostragem incompleta da linhagem dos genótipos. O DNA de *Bartonella* foi registrado em *A. lituratus* da América Central e do Sul (BAI *et al.*, 2012, 2011; JUDSON *et al.*, 2015; OLIVAL *et al.*, 2015). Essa espécie de morcego é comum em áreas urbanas e fragmentos de floresta.

No Brasil, Ferreira *et al.* (2018), além de encontrarem DNA de *Bartonella* na espécie *A. fimbriatus*, nas mesmas áreas do nosso estudo no estado do Rio de Janeiro, detectaram uma outra espécie sintópica infectada, a espécie *A. lituratus*, no estado da Bahia, com linhagens similares ao complexo *vinsonii* e *B. australis*. É preciso ressaltar, no entanto, que no estudo de Ferreira *et al.* (2018) apenas o gene *gltA* foi avaliado, o que permite a confirmação da ocorrência de *Bartonella*, mas que impossibilita uma avaliação com alto suporte filogenético.

Os genótipos de *Bartonella* dos genes *gltA* e *ftsZ* (clados D e J), descritos de *C. perspicillata* no presente estudo, indicam a existência de uma variante genotípica que requer maior atenção, visto que as relações filogenéticas não são consistentes nas duas análises. Este é o primeiro relato de *Bartonella* em *C. perspicillata* no estado do Rio de Janeiro.

No clado D, estão os genótipos de *Bartonella* do gene *gltA* de *C. perspicillata* do Rio de Janeiro, agrupados entre duas espécies, *Bartonella anchashensis* e *B. bacilliformis*. André *et al* (2019) obtiveram resultados semelhantes com base em uma análise BLAST das sequências ITS de *Bartonella* encontradas em duas espécies de morcegos hematófagos. No clado J, os genótipos de *Bartonella* do gene *ftsZ* de *C. perspicillata* do Rio de Janeiro agruparam-se próximos ao clado da espécie *Bartonella*, encontrada principalmente em ruminantes. Esse genótipo já havia sido detectado em *C. perspicillata* do estado do Pará, em um arranjo filogenético semelhante (IKEDA *et al.*, 2017). Com base na topologia dos genótipos de *Bartonella* do gene *rpoB*, André *et al* (2019) encontraram DNA de *Bartonella* associada a três espécies de morcegos hematófagos próximos ao clado de ruminantes *Bartonella*. Isso reflete a importância do comportamento alimentar desses mamíferos para a transmissão do agente potencialmente zoonótico e que morcegos com diferentes adaptações alimentares podem hospedar uma diversidade genética de *Bartonella* ainda subestimada.

O presente estudo foi publicado na revista *International Journal of Parasitology and Wildlife*, sob o título “Investigation of *Bartonella* spp. in Brazilian mammals with emphasis on rodents and bats from the Atlantic Forest”. Neste trabalho registramos novos genótipos de *Bartonella* em roedores e morcegos de distintas paisagens do estado do Rio de Janeiro. Esses achados enfatizam a necessidade de novas e continuadas pesquisas, baseadas em abordagens alternativas, como cultura de isolados e estratégias de patogenicidade, a fim de compreender melhor as relações dos genótipos de *Bartonella* com seus vetores e espécies hospedeiras no Brasil. A diversidade de hospedeiros mamíferos e genótipos de *Bartonella* já encontrada no Brasil é consideravelmente alta, sugerindo que a diversidade

genética desses microrganismos tenha sido subestimada até agora, visto que muitos outros mamíferos ocorrem em simpatria com essas espécies hospedeiras e compartilham muitos de seus ectoparasitas, o que os colocaria em contato potencial com esse agente etiológico. Nossos achados são consistentes com os estudos anteriores que mostraram que genótipos de *Bartonella* associados a linhagens específicas de hospedeiros podem atuar como agentes zoonóticos. Dada a diversidade de genótipos de *Bartonella* identificados no presente estudo, o *spillover* de cepas de *Bartonella* de ambientes naturais para áreas urbanas e residenciais é altamente provável e pode representar um risco para muitas populações humanas. São necessárias mais pesquisas com abordagens no contexto da Saúde Única, para compreender as interações entre a vida silvestre, os animais domésticos e seus ectoparasitas, a fim de uma melhor compreensão da dinâmica dos padrões de infecção por *Bartonella*.

AGRADECIMENTOS

Às agências de fomento e projetos parceiros, por patrocinarem a execução deste estudo: CNPQ (projetos envolvidos: 309674/2012-3, 485074/2012-5, 311249/2015-9, 309131/2015, 40476/2016-6 e 303024/2019-4), PPBio Rede BioMA (457524/2012-0), FAPERJ (E-26/103.285/2011, E-26/111.296/2014, E-26/010.001.567/2014 e E-26/202.980/2016) e Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ). Aos autores do artigo que foi gerado a partir deste trabalho, aqui representado por um recorte do conteúdo publicado. À equipe do Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica, que ajudou na execução deste trabalho, e ao Coordenador Gilson Antunes, por providenciar a infraestrutura necessária para execução deste estudo. Este capítulo de livro é parte do artigo publicado e da tese defendida no Programa de Pós-graduação em Genética pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, A.; THOMA, H.; CAMPOS, S.; TEIXEIRA, R.; LIMA, H.; PIRES, J.; MORAES, R.; SOUZA, A. (2020). Molecular evidence of *Bartonella* spp. in free-living opossums (*Didelphimorphia*: *Didelphidae*) from peri-urban Atlantic Forest fragments of Brazil. **Authorea Preprints**. Disponível em: <https://doi.org/10.22541/au.160029787.76756825>.
- AMARAL, R. B. do; LOURENÇO, E. C.; FAMADAS, K. M.; GARCIA, A. B.; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. (2018). Molecular detection of *Bartonella* spp. and *Rickettsia* spp. in bat ectoparasites in Brazil. **PLoS ONE**, 13(6). Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198629>.
- ANDERSON, B.; KELLY, C.; THRELKEL, R.; EDWARDS, K.; ANDERSON, B.; KELLY, C.; THRELKEL, R.; EDWARDS, K.; ANDERSON, B.; KELLY, C.; THRELKEL, R.; EDWARDS, K.; KELLY, C. (1993). Detection of *Rochalimaea henselae* in Cat-Scratch Disease Skin Test Antigens. **Journal of Infectious Diseases**, 168(4), 1034–1036. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/infdis/168.4.1034>.

ANDRÉ, MARCOS R.; GUTIÉRREZ, R.; IKEDA, P.; AMARAL, R. B. do; SOUSA, K. C. M. de; NACHUM-BIALA, Y.; LIMA, L.; TEIXEIRA, M. M. G.; MACHADO, R. Z.; HARRUS, S. (2019). Genetic diversity of *Bartonella* spp. in vampire bats from Brazil. **Transboundary and Emerging Diseases**, 66(6), 2329–2341. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tbed.13290>.

ANDRÉ, Marcos Rogério; BACCARIM DENARDI, N. C.; Marques de Sousa, K. C.; GONÇALVES, L. R.; HENRIQUE, P. C.; GROSSE ROSSI ONTIVERO, C. R.; LIMA GONZALEZ, I. H.; CABRAL NERY, C. V.; FERNANDES CHAGAS, C. R.; MONTICELLI, C.; ALEXANDRE DE SANTIS, A. C. G.; & MACHADO, R. Z. (2014). Arthropod-borne pathogens circulating in free-roaming domestic cats in a zoo environment in Brazil. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, 5(5), 545–551. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2014.03.011>.

ANDRÉ, M. R.; CANOLA, R. A. M.; BRAZ, J. B.; PEROSI, I. F. S.; CALCHI, A. C.; IKEDA, P.; MACHADO, R. Z.; VASCONCELOS, R. de O.; CAMACHO, A. A. (2019). Aortic valve endocarditis due to *Bartonella clarridgeiae* in a dog in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 28(4), 661–670. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1984-29612019078>.

ANGELAKIS, E.; RAOULT, D. (2014). Pathogenicity and treatment of *Bartonella* infections. **International Journal of Antimicrobial Agents**, 44(1), 16–25. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2014.04.006>.

ANSTEAD, G. M. (2016). The centenary of the discovery of trench fever, an emerging infectious disease of World War 1. **The Lancet Infectious Diseases**, 16(8), e164–e172. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30003-2](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30003-2).

BAI, Y.; KOSOY, M.; RECUENCO, S.; ALVAREZ, D.; MORAN, D.; TURMELLE, A.; ELLISON, J.; GARCIA, D. L.; ESTEVEZ, A.; LINDBLADE, K.; RUPPRECHT, C. (2011). *Bartonella* spp. in bats, Guatemala. **Emerging Infectious Diseases**, 17(7), 1269–1272. Disponível em: <https://doi.org/10.3201/eid1707.101867>.

BAI, Y.; RECUENCO, S.; GILBERT, A. T.; OSIKOWICZ, L. M.; GÓMEZ, J.; RUPPRECHT, C.; KOSOY, M. Y. (2012). Prevalence and diversity of *Bartonella* spp. in bats in Peru. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 87(3), 518–523. Disponível em: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2012.12-0097>.

BERMOND, D.; BOULOUIS, H. J.; HELLER, R.; VAN LAERE, G.; MONTEIL, H.; CHOMEL, B. B.; SANDER, A.; DEHIO, C.; PIÉMONT, Y. (2002). *Bartonella bovis* Bermond *et al.* sp. nov. and *Bartonella capreoli* sp. nov., isolated from European ruminants. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, 52(2), 383–390. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/00207713-52-2-383>.

BITTAR, F.; KEITA, M. B.; LAGIER, J. C.; PEETERS, M.; DELAPORTE, E.; RAOULT, D. (2014). Gorilla gorilla gorilla gut: A potential reservoir of pathogenic bacteria as revealed using culturomics and molecular tools. **Scientific Reports**, 4, 1–5. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/srep07174>.

BONATO, L.; FIGUEIREDO, M. A. P.; GONÇALVES, L. R.; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. (2015). Occurrence and molecular characterization of *Bartonella* spp. and hemoplasmas in neotropical primates from Brazilian Amazon. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, 42, 15–20. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2015.09.001>.

BREITSCHWERDT, E. B.; KORDICK, D. L. (2000). *Bartonella* infection in animals: Carriership, reservoir potential, pathogenicity, and zoonotic potential for human infection. **Clinical Microbiology Reviews**, 13(3), 428–438. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/CMR.13.3.428-438.2000>.

BREITSCHWERDT, E. B.; MAGGI, R. G.; CHOMEL, B. B.; LAPPIN, M. R. (2010). Bartonellosis: An emerging infectious disease of zoonotic importance to animals and human beings. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, 20(1), 8–30. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2009.00496.x>.

BRENNER, D. J., O'Connor, S. P., Winkler, H. H., & Steigerwalt, A. G. (1993). Proposals to unify the genera *Bartonella* and *Rochalimaea*, with descriptions of *Bartonella quintana* comb. nov., *Bartonella vinsonii* comb. nov., *Bartonella henselae* comb. nov., and *Bartonella elizabethae* comb. nov., and to remove the family Bartonellaceae f. **International Journal of Systematic Bacteriology**, 43(4), 777–786. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/00207713-43-4-777>.

CALCHI, A. C.; VULTÃO, J. G.; ALVES, M. H.; YOGUI, D. R.; DESBIEZ, A. L. J.; AMARAL, R. B.; SANTI, M.; TEIXEIRA, M. M. G.; WERTHER, K.; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. (2020). Multi-locus sequencing reveals a novel *Bartonella* in mammals from the Superorder Xenarthra. **Transboundary and Emerging Diseases**, 55(16), 0–2. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tbed.13545>.

CARRASCO, S. E.; CHOMEL, B. B.; GILL, V. A.; KASTEN, R. W.; MAGGI, R. G.; BREITSCHWERDT, E. B.; BYRNE, B. A.; BUREK-HUNTINGTON, K. A.; MILLER, M. A.; GOLDSTEIN, T.; MAZET, J. A. K. (2014). Novel *Bartonella* infection in northern and southern sea otters (*Enhydra lutris kenyoni* and *Enhydra lutris nereis*). **Veterinary Microbiology**, 170(3–4), 325–334. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2014.02.021>.

CHOMEL, B. B.; KASTEN, R. W.; SYKES, J. E.; BOULOUIS, H.-J.; BREITSCHWERDT, E. B. (2003). Clinical Impact of Persistent *Bartonella* Bacteremia in Humans and Animals. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 990(1), 267–278. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2003.tb07376.x>.

CHOMEL, B. B.; MOLIA, S.; KASTEN, R. W.; BORGIO, G. M.; STUCKEY, M. J.; MARUYAMA, S.; CHANG, C. C.; HADDAD, N.; KOEHLER, J. E. (2016). Isolation of *Bartonella henselae* and Two New *Bartonella* Subspecies, *Bartonella koehlerae* Subspecies *boulouisii* subsp. Nov. And *Bartonella koehlerae* Subspecies *bothieri* subsp. Nov. And free-ranging Californian mountain lions and bobcats. **PLoS ONE**, 11(3), 1–21. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148299>.

CORDUNEANU, A.; SÂNDOR, A. D.; IONICĂ, A. M.; HORNOK, S.; LEITNER, N.; BAGÓ, Z.; STEFKE, K.; FUEHRER, H.-P.; MIHALCA, A. D. (2018). *Bartonella* DNA in heart tissues of bats in central and eastern Europe and a review of phylogenetic relations of bat-associated bartonellae. **Parasites & Vectors**, 11(1), 489. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3070-7>.

COSTA, F.; PORTER, F. H.; RODRIGUES, G.; FARIAS, H.; DE FARIA, M. T.; WUNDER, E. A.; OSIKOWICZ, L. M.; KOSOY, M. Y.; REIS, M. G.; KO, A. I.; CHILDS, J. E. (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(1), 33–40. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/vbz.2013.1378>.

COSTA, P. S. G. da; BRIGATTE, M. E.; GRECO, D. B. (2005). Antibodies to rickettsia rickettsii, rickettsia typhi, coxiella burnetii, bartonella henselae, rartonella quintana and eirlichia chaffeensis among healthy population in Minas Gerais, Brazil. **Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz**, 100(8), 853–859. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0074-02762005000800006>.

DEL VALLE-MENDOZA, J.; ROJAS-JAIMES, J.; VÁSQUEZ-ACHAYA, F.; AGUILAR-LUIS, M. A.; CORREA-NUÑEZ, G.; SILVA-CASO, W.; LESCANO, A. G.; SONG, X.; LIU, Q.; LI, D. (2018). Molecular identification of *Bartonella bacilliformis* in ticks collected from two species of wild mammals in Madre de Dios: Peru. **BMC Research Notes**, 11(1), 1–5. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3518-z>.

- DINIZ, P. P. V. de P.; VELHO, P. E. N. F.; PITASSI, L. H. U.; DRUMMOND, M. R.; LANIA, B. G.; BARJAS-CASTRO, M. L.; SOWY, S.; BREITSCHWERDT, E. B.; SCORPIO, D. G. (2016). Risk Factors for Bartonella species Infection in Blood Donors from Southeast Brazil. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 10(3), 1–9. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004509>.
- DRANCOURT, M.; TRAN-HUNG, L.; COURTIN, J.; DE LUMLEY, H.; RAOULT, D. (2005). Bartonella quintana in a 4000-year-old human tooth. **Journal of Infectious Diseases**, 191(4), 607–611. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/427041>.
- DRUMMOND, A. J.; RAMBAUT, A. (2007). BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. **BMC Evolutionary Biology**, 7(1), 214. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1471-2148-7-214>.
- DRUMMOND, A. J.; HO, S. Y. W.; PHILLIPS, M. J.; RAMBAUT, A. (2006). Relaxed phylogenetics and dating with confidence. **PLoS Biology**, 4(5), 699–710. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040088>.
- EREQAT, S.; NASEREDDIN, A.; VAYSSIER-TAUSSAT, M.; ABDELKADER, A.; AL-JAWABREH, A.; ZAID, T.; AZMI, K.; ABDEEN, Z. (2016). Molecular Evidence of Bartonella Species in Ixodid Ticks and Domestic Animals in Palestine. **Frontiers in Microbiology**, 7(AUG). Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01217>.
- ESBÉRARD, C. E. L.; BERGALLO, H. G. (2008). Influência do esforço amostral na riqueza de espécies de morcegos no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 25(1), 67–73. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752008000100010>.
- FAVACHO, A. R. de M.; ANDRADE, M. N.; OLIVEIRA, R. C. de; BONVICINO, C. R.; D'ANDREA, P. S.; LEMOS, E. R. S. de (2015). Zoonotic Bartonella species in wild rodents in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Microbes and Infection**, 17(11–12), 889–892. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2015.08.014>.
- FAVACHO, A. R. M.; ROGER, I.; AKEMI, A. K.; PESSOA, A. A.; VARON, A. G.; GOMES, R.; GODOY, D. T.; PEREIRA, S.; LEMOS, E. R. S. (2014). Identificação molecular de Bartonella henselae em paciente com SIDA soronegativo para doença da arranhadura do gato no Rio De Janeiro, Brasil. **Revista Do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo**, 56(4), 363–365. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0036-46652014000400017>.
- FERREIRA, M. S.; GUTERRES, A.; ROZENTAL, T.; NOVAES, R. L. M.; VILAR, E. M.; OLIVEIRA, R. C. de; FERNANDES, J.; FORNEAS, D.; JUNIOR, A. A.; BRANDÃO, M. L.; CORDEIRO, J. L. P.; DEL VALLE ALVAREZ, M. R.; ALTHOFF, S. L.; MORATELLI, R.; CORDEIRO-ESTRELA, P.; SILVA, R. C. da; LEMOS, E. R. S. de (2018). Coxiella and Bartonella spp. In bats (Chiroptera) captured in the Brazilian Atlantic Forest biome. **BMC Veterinary Research**, 14(1), 1–10. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1603-0>.
- FILONI, C.; CATÃO-DIAS, J. L.; CATTORI, V.; WILLI, B.; MELI, M. L.; CORRÊA, S. H. R.; MARQUES, M. C.; ADANIA, C. H.; SILVA, J. C. R.; MARVULO, M. F. V.; NETO, J. S. F.; DURIGON, E. L.; CARVALHO, V. M. de; COUTINHO, S. D. A.; LUTZ, H.; HOFMANN-LEHMANN, R. (2012). Surveillance using serological and molecular methods for the detection of infectious agents in captive Brazilian neotropic and exotic felids. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, 24(1), 166–173. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1040638711407684>.

FONTALVO, M. C.; FAVACHO, A. R. de M.; ARAUJO, A. de C.; SANTOS, N. M. dos; OLIVEIRA, G. M. B. de; AGUIAR, D. M.; LEMOS, E. R. S. de; Horta, M. C. (2017). Bartonella species pathogenic for humans infect pets, free-ranging wild mammals and their ectoparasites in the Caatinga biome, Northeastern Brazil: a serological and molecular study. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, 21(3), 290–296. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2017.02.002>.

FOURNIER, P. E.; DRANCOURT, M.; ABOUDHARAM, G.; RAOULT, D. (2015). Paleomicrobiology of Bartonella infections. **Microbes and Infection**, 17(11–12), 879–883. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.micinf.2015.09.002>.

FOURNIER, P. E.; TAYLOR, C.; ROLAIN, J. M.; BARRASSI, L.; SMITH, G.; RAOULT, D. (2007). Bartonella australis sp. nov. from Kangaroos, Australia [6]. **Emerging Infectious Diseases**, 13(12), 1961–1963. Disponível em: <https://doi.org/10.3201/eid1312.060559>.

GERRIKAGOITIA, X.; GIL, H.; GARCÍA-ESTEBAN, C.; ANDA, P.; JUSTE, R. A.; BARRAL, M. (2012). Presence of Bartonella species in wild carnivores of Northern Spain. **Applied and Environmental Microbiology**, 78(3), 885–888. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/AEM.05938-11>.

GONÇALVES, L. R.; FAVACHO, A. R. de M.; ROQUE, A. L. R.; MENDES, N. S.; FIDELIS, O. L.; BENEVENUTE, J. L.; HERRERA, H. M.; D'ANDREA, P. S.; LEMOS, E. R. S. de; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. (2016). Association of Bartonella species with wild and synanthropic rodents in different Brazilian biomes. **Applied and Environmental Microbiology**, 82(24), 7154–7164. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/AEM.02447-16>.

GONÇALVES, L. R.; HARRUS, S.; GUTIÉRREZ, R.; HERRERA, H. M.; SOUZA RAMOS, I. A. de; PORFÍRIO, G. E. de O.; NACHUM-BIALA, Y.; SOUSA, K. C. M. de; SILVA, T. M. V. da; CAMPOS, J. B. V.; LEMOS, W.; MORAES BARROS-BATTESTI, D.; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. (2020). Molecular detection and genetic diversity of Bartonella species in large ruminants and associated ectoparasites from the Brazilian Cerrado. **Transboundary and Emerging Diseases**, 0–2. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tbed.13517>.

GONÇALVES-OLIVEIRA, J.; ROZENTAL, T.; GUTERRES, A.; TEIXEIRA, B. R.; ANDRADE-SILVA, B. E.; COSTA-NETO, S. F. da; FURTADO, M. C.; MORATELLI, R.; D'ANDREA, P. S.; LEMOS, E. R. S. (2020). Investigation of Bartonella spp. in Brazilian mammals with emphasis on rodents and bats from the Atlantic Forest. **International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife**, 13, 80–89. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2020.07.004>.

GUINDON, S.; GASCUEL, O. (2003). A Simple, Fast, and Accurate Algorithm to Estimate Large Phylogenies by Maximum Likelihood. **Systematic Biology**, 52(5), 696–704. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10635150390235520>.

HENN, J. B.; CHOMEL, B. B.; BOULOUIS, H. J.; KASTEN, R. W.; MURRAY, W. J.; BAR-GAL, G. K.; KING, R.; COURREAU, J. F.; BANETH, G. (2009). Bartonella rochalimae in raccoons, coyotes, and red foxes. **Emerging Infectious Diseases**, 15(12), 1984–1987. Disponível em: <https://doi.org/10.3201/eid1512.081692>.

HUANG, R.; LIU, Q.; LI, G.; LI, D.; SONG, X.; BIRTLES, R. J.; ZHAO, F. (2011). Bartonella quintana infections in captive monkeys, China. **Emerging Infectious Diseases**, 17(9), 1707–1709. Disponível em: <https://doi.org/10.3201/eid1709.110133>.

HUARCAYA, E.; MAGUIÑA, C.; TORRES, R.; RUPAY, J.; FUENTES, L. (2004). Bartonellosis (Carrion's Disease) in the pediatric population of Peru: an overview and update. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**: An Official Publication of the Brazilian Society of Infectious Diseases, 8(5), 331–339. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-86702004000500001>.

HUELSENBECK, J.; RONQUIST, F. (2005). Bayesian analysis of molecular evolution using MrBayes. **Statistical Methods in Molecular Evolution**, 183–226. Disponível em: https://doi.org/10.1007/0-387-27733-1_7.

IKEDA, P.; SEKI, M. C.; CARRASCO, A. O. T.; RUDIAK, L. V.; MIRANDA, J. M. D.; GONÇALVES, S. M. M.; HOPPE, E. G. L.; ALBUQUERQUE, A. C. A.; TEIXEIRA, M. M. G.; PASSOS, C. E.; WERTHER, K.; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. (2017). Evidence and molecular characterization of Bartonella spp. and hemoplasmas in neotropical bats in Brazil. **Epidemiology and Infection**, 145(10), 2038–2052. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0950268817000966>.

INEA. (2013a). **Plano de Manejo** - Parque Estadual da Pedra Branca. 1–657.

INEA. (2013b). **Trilhas**: Parque Estadual da Pedra Branca.

ITO, S.; VINSON, J. W. (1965). Fine Structure of Rickettsia Quintana Cultivated in Vitro and in the. **Journal of Bacteriology**, 89(2), 481–495. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/jb.89.2.481-495.1965>.

JAFFE, D. A.; CHOMEL, B. B.; KASTEN, R. W.; BREITSCHWERDT, E. B.; MAGGI, R. G.; MCLEISH, A.; ZIEGER, U. (2018). Bartonella henselae in small Indian mongooses (Herpestes auropunctatus) from Grenada, West Indies. **Veterinary Microbiology**, 216(February), 119–122. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2018.02.009>.

JUDSON, S. D.; FRANK, H. K.; HADLY, E. A. (2015). Bartonellae are Prevalent and Diverse in Costa Rican Bats and Bat Flies. **Zoonoses and Public Health**, 62(8), 609–617. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/zph.12188>.

KATOH, K.; STANDLEY, D. M. (2013). MAFFT multiple sequence alignment software version 7: Improvements in performance and usability. **Molecular Biology and Evolution**, 30(4), 772–780. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/molbev/mst010>.

KEARSE, M.; MOIR, R.; WILSON, A.; STONES-HAVAS, S.; CHEUNG, M.; STURROCK, S.; BUXTON, S.; COOPER, A.; MARKOWITZ, S.; DURAN, C.; THIERER, T.; ASHTON, B.; MEINTJES, P.; DRUMMOND, A. (2012). Geneious Basic: An integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. **Bioinformatics**, 28(12), 1647–1649. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bts199>.

KINGMAN, J. F. C. (1982). The coalescent. **Stochastic Processes and Their Applications**, 13(3), 235–248. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0304-4149\(82\)90011-4](https://doi.org/10.1016/0304-4149(82)90011-4).

KOEHLER, J. E.; QUINN, F. D.; BERGER, T. G.; LEBIT, P. E.; TAPPERO, J. W. (1992). Isolation of Rochalimaea Species from Cutaneous and Osseous Lesions of Bacillary Angiomatosis. **New England Journal of Medicine**, 327(23), 1625–1631. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/NEJM199212033272303>.

- KOSOY, M.; MCKEE, C.; ALBAYRAK, L.; FOFANOV, Y. (2018). Genotyping of Bartonella bacteria and their animal hosts: Current status and perspectives. **Parasitology**, 145(5), 543–562. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0031182017001263>.
- KRÓL, N.; OBIEGALA, A.; KRETSCHMAR, F. M.; HAMEL, D.; PFEFFER, M. (2019). Tick-borne pathogens in the European polecat, *Mustela putorius* and in attached Ixodes hexagonus ticks from Germany. **Ticks and Tick-Borne Diseases**, 10(3), 594–597. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2019.02.004>.
- LAMAS, C. C.; MARES-GUIA, M. A.; ROZENTAL, T.; MOREIRA, N.; FAVACHO, A. R. M.; BARREIRA, J.; GUTERRES, A.; BÓIA, M. N.; LEMOS, E. R. S. de (2010). Bartonella spp. infection in HIV positive individuals, their pets and ectoparasites in Rio de Janeiro, Brazil: Serological and molecular study. **Acta Tropica**, 115(1–2), 137–141. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.02.015>.
- LAMAS, C.; CURI, A.; BÓIA, M. N.; LEMOS, E. R. S. (2008). Human bartonellosis: Seroepidemiological and clinical features with an emphasis on data from Brazil - A review. **Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz**, 103(3), 221–235. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762008000300001>.
- LEDUC, J. W.; SMITH, G. A.; PINHEIRO, F. P.; VASCONCELOS, P. F.; ROSA, E. S.; MAIZTEGUI, J. I. (1985). Isolation of a Hantaan-related virus from Brazilian rats and serologic evidence of its widespread distribution in South America. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 34(4), 810–815.
- LEFORT, V.; LONGUEVILLE, J. E.; GASCUEL, O. (2017). SMS: Smart Model Selection in PhyML. **Molecular Biology and Evolution**, 34(9), 2422–2424. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/molbev/msx149>.
- LEI, B. R.; OLIVAL, K. J. (2014). Contrasting Patterns in Mammal-Bacteria Coevolution: Bartonella and Leptospira in Bats and Rodents. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 8(3), 1–11. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002738>.
- LIBRADO, P.; ROZAS, J. (2009). DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. **Bioinformatics**, 25(11), 1451–1452. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btp187>.
- MAZUREK, Ł.; WINIARCZYK, S.; ADASZEK, Ł. (2018). Feline bartonellosis key issues and possible vectors. **Annals of Parasitology**, 64(4), 309–315. Disponível em: <https://doi.org/10.17420/ap6404.165>.
- MCKEE, C. D.; BAI, Y.; WEBB, C. T.; KOSOY, M. Y. (2021). Bats are key hosts in the radiation of mammal-associated Bartonella bacteria. **Infection, Genetics and Evolution**, 89, 104719. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2021.104719>.
- MCKEE, C. D.; HAYMAN, D. T. S.; KOSOY, M. Y.; WEBB, C. T. (2016). Phylogenetic and geographic patterns of bartonella host shifts among bat species. **Infection, Genetics and Evolution**, 44, 382–394. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2016.07.033>.
- MELO, C. M. F. de (2018). **Pesquisa de Bartonella spp. e mycoplasma spp. e avaliação hemostática, hematológica e bioquímica sanguínea de primatas do gênero Alouatta**. Universidade Estadual Paulista - Campus Jaboticabal.

- MICELI, N. G.; GAVIOLI, F. A.; GONÇALVES, L. R.; ANDRÉ, M. R.; SOUSA, V. R. F.; SOUSA, K. C. M. de; MACHADO, R. Z. (2013). Molecular detection of feline arthropod-borne pathogens in cats in Cuiabá, state of Mato Grosso, central-western region of Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 22(3), 385–390. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1984-29612013000300011>.
- MINNICK, M. F.; BATTISTI, J. M. (2009). Pestilence, persistence and pathogenicity: Infection strategies of Bartonella. **Future Microbiology**, 4(6), 743–758. Disponível em: <https://doi.org/10.2217/fmb.09.41>.
- MINNICK, M. F.; ANDERSON, B. E.; LIMA, A.; BATTISTI, J. M.; LAWYER, P. G.; BIRTLES, R. J. (2014). Oroya Fever and Verruga Peruana: Bartonellosis Unique to South America. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 8(7). Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002919>.
- MOLIA, S.; CHOMEL, B. B.; KASTEN, R. W.; LEUTENEGGER, C. M.; STEELE, B. R.; MARKER, L.; MARTENSON, J. S.; KEET, D. F.; BENGIS, R. G.; PETERSON, R. P.; MUNSON, L.; O'BRIEN, S. J. (2004). Prevalence of Bartonella infection in wild African lions (*Panthera leo*) and cheetahs (*Acinonyx jubatus*). **Veterinary Microbiology**, 100(1–2), 31–41. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.01.007>.
- MÜLLER, A.; RODRÍGUEZ, E.; WALKER, R.; BITTENCOURT, P.; PÉREZ-MACCHI, S.; GONÇALVES, L. R.; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. (2018). Occurrence and genetic diversity of Bartonella spp. (Rhizobiales: Bartonellaceae) and Rickettsia spp. (Rickettsiales: Rickettsiaceae) in Cat Fleas (Siphonaptera: Pulicidae) From Chile. **Journal of Medical Entomology**, 55(6), 1627–1632. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jme/tjy124>.
- MURRAY, L. M. (1918). The common factor in disordered action of the heart. **BMJ**, 2(3024), 650–652. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.2.3024.650>.
- NOGUCH, H. (1926). Etiology of oroya fever. **Journal of Experimental Medicine**, 44(5), 715–728. Disponível em: <https://doi.org/10.1084/jem.44.5.715>.
- O'ROURKE, L. G.; PITULLE, C.; HEGARTY, B. C.; KRAYCIRIK, S.; KILLARY, K. A.; GROSENSTEIN, P.; BROWN, J. W.; BREITSCHWERDT, E. B. (2005). Bartonella quintana in cynomolgus monkey (*Macaca fascicularis*). **Emerging Infectious Diseases**, 11(12), 1931–1934. Disponível em: <https://doi.org/10.3201/eid1112.030045>.
- OKARO, U.; ADDISU, A.; CASANAS, B.; ANDERSON, B. (2017). Bartonella Species, an Emerging Cause of Blood-Culture-Negative Endocarditis. **Clinical Microbiology Reviews**, 30(3), 709–746. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/CMR.00013-17>.
- OLIVAL, K. J.; DITTMAR, K.; BAI, Y.; ROSTAL, M. K.; LEI, B. R.; DASZAK, P.; KOSOY, M. (2015). Bartonella spp. in a puerto rican bat community. **Journal of Wildlife Diseases**, 51(1), 274–278. Acesso em: <https://doi.org/10.7589/2014-04-113>.
- PEDRASSANI, D.; BIOLCHI, J.; GONÇALVES, L. R.; MENDES, N. S.; ZANATTO, D. C. de S.; CALCHI, A. C.; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. (2019). Molecular detection of vector-borne agents in cats in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, 28(4), 632–643. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1984-29612019077>.
- REGNERY, R.; OLSON, J.; PERKINS, B.; BIBB, W. (1992). Serological response to “Rochalimaea henselae” antigen in suspected cat-scratch disease. **The Lancet**, 339(8807), 1443–1445. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(92\)92032-B](https://doi.org/10.1016/0140-6736(92)92032-B).

REGNERY, R. L.; ANDERSON, B. E.; CLARRIDGE, J. E.; RODRIGUEZ-BARRADAS, M. C.; JONES, D. C.; CARR, J. H. (1992). Characterization of a novel Rochalimaea species, *R. henselae* sp. nov., isolated from blood of a febrile, human immunodeficiency virus-positive patient. **Journal of Clinical Microbiology**, 30(2), 265–274. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/jcm.30.2.265-274.1992>.

RELMAN, D. A.; FALKOW, S.; TOMPKINS, L. S.; LOUITIT, J. S.; SCHMIDT, T. M. (1990). The agent of bacillary angiomatosis: An Approach to the Identification of Uncultured Pathogens. **New England Journal of Medicine**, 323(23), 1573–1580. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/NEJM199012063232301>.

ROZENTAL, T.; FERREIRA, M. S.; GUTERRES, A.; MARES-GUIA, M. A.; TEIXEIRA, B. R.; GONÇALVES, J.; BONVICINO, C. R.; D'ANDREA, P. S.; LEMOS, E. R. S de. (2017). Zoonotic pathogens in Atlantic Forest wild rodents in Brazil: Bartonella and Coxiella infections. **Acta Tropica**, 168, 64–73. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.01.003>.

RUIZ, J. (2018). Bartonella quintana, past, present, and future of the scourge of World War I. **Apmis**, 126(11), 831–837. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/apm.12895>.

SAISONKORH, W.; ROLAIN, J. M.; SUPUTTAMONGKOL, Y.; RAOULT, D. (2009). Emerging Bartonella in humans and animals in Asia and Australia. **Journal of the Medical Association of Thailand**, 92(5), 707–731.

SANGARÉ, A. K.; BOUTELLIS, A.; DRALI, R.; SOCOLOVSKI, C.; BARKER, S. C.; DIATTA, G.; ROGIER, C.; OLIVE, M. M.; DOUMBO, O. K.; RAOULT, D. (2014). Detection of Bartonella quintana in African body and head lice. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, 91(2), 294–301. Disponível em: <https://doi.org/10.4269/ajtmh.13-0707>.

SEGERS, F. H.; KEŠNEROVÁ, L.; KOSOY, M.; ENGEL, P. (2017). Genomic changes associated with the evolutionary transition of an insect gut symbiont into a blood-borne pathogen. **ISME Journal**, 11(5), 1232–1244. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ismej.2016.201>.

SILVA, B. T. G. da; SOUZA, A. M. de; CAMPOS, S. D. E.; MACIEIRA, D. de B.; LEMOS, E. R. S. de; FAVACHO, A. R. de M.; ALMOSNY, N. R. P. (2019). Bartonella henselae and Bartonella clarridgeiae infection, hematological changes and associated factors in domestic cats and dogs from an Atlantic rain forest area, Brazil. **Acta Tropica**, 193(February), 163–168. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.02.026>.

ŠLAPETA, J.; LAWRENCE, A.; REICHEL, M. P. (2018). Cat fleas (Ctenocephalides felis) carrying Rickettsia felis and Bartonella species in Hong Kong. **Parasitology International**, 67(2), 209–212. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.parint.2017.12.001>.

SLATER, L. N.; WELCH, D. F.; Coody, D. W.; Hensel, D. (1990). Isolation of Rochalimaea species from cutaneous and osseous lesions of bacillary angiomatosis. **New England Journal of Medicine**, 323(23), 1587–1593. Disponível em: <https://doi.org/10.1056/NEJM199012063232303>.

SOUZA, A. M. de (2009). **Frequência de infecção por Bartonella spp. e alterações sanguíneas em gatos domésticos no estado do Rio de Janeiro - Brasil**. Universidade Federal Fluminense.

SOUZA, K. C. M. de; AMARAL, R. B. do; HERRERA, H. M.; SANTOS, F. M.; MACEDO, G. C., ANDRADE PINTO, P. C. E. de; BARROS-BATTESTI, D. M.; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. (2018). Genetic Diversity of Bartonella spp. in Wild Mammals and Ectoparasites in Brazilian Pantanal. **Microbial Ecology**, 76(2), 544–554. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00248-017-1138-0>.

STUCKEY, M. J.; CHOMEL, B. B.; DE FLEURIEU, E. C.; AGUILAR-SETIÉN, A.; BOULOUIS, H. J.; CHANG, C. CHIN. (2017). Bartonella, bats and bugs: A review. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, 55(September), 20–29. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2017.09.001>.

VAYSSIER-TAUSSAT, M.; LE RHUN, D.; BONNET, S.; COTTÉ, V. (2009). Insights in bartonella host specificity. **Annals of the New York Academy of Sciences**, 1166(March 2014), 127–132. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04531.x>.

VENNING, J. A. (1919). The etiology of disordered action of the heart: a report on 7,803 CASES. **BMJ**, 2(3063), 337–339. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.2.3063.337>.

VINSON, J. W. (1966). In vitro cultivation of the rickettsial agent of trench fever. **Bulletin of the World Health Organization**, 35(2), 155–164. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/b978-1-4832-2913-3.50348-8>.

VU DANG, L.; CLAVEL, B.; LEPETZ, S.; ABOUDHARAM, G.; RAOULT, D.; DRANCOURT, M. (2004). Molecular Detection of Bartonella henselae DNA in the Dental Pulp of 800-Year-Old French Cats. **Clinical Infectious Diseases**, 39(9), 1391–1394. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/424884>.

WELCH, D. F.; PICKETT, D. A.; SLATER, L. N.; STEIGERWALT, A. G.; BRENNER, D. J. (1992). Rochalimaea henselae sp. nov., a cause of septicemia, bacillary angiomatosis, and parenchymal bacillary peliosis. **Journal of Clinical Microbiology**, 30(2), 275–280. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/jcm.30.2.275-280.1992>

RICKETTSIAS *LATO SENSU* EM QUIRÓPTEROS NO RIO DE JANEIRO: UM ESTUDO PILOTO

Data de aceite: 13/03/2023

Michelle Ferreira

Laboratório de Hantavírus e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Jorlan Fernandes

Laboratório de Hantavírus e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Alexandro Guterres

Laboratório de Hantavírus e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Tatiana Rozental

Laboratório de Hantavírus e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Marcos Alexandre Nunes da Silva

Laboratório de Morfologia e Morfogênese Viral, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Debora Ferreira Barreto-Vieira

Laboratório de Morfologia e Morfogênese Viral, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Elba Regina Sampaio de Lemos

Laboratório de Hantavírus e Rickettsioses, Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: O contínuo processo de urbanização e o avanço humano sobre os ecossistemas naturais têm provocado mudanças nos habitats, possibilitando, conseqüentemente, o maior contato de populações humanas e de animais silvestres. Fatores epidemiológicos, ecológicos e imunológicos permitem que os morcegos transmitam um espectro cada vez mais reconhecido de agentes zoonóticos e as proteobactérias estão entre os patógenos emergentes recentemente identificados nesses animais. Embora o número de publicações sobre proteobactérias dos gêneros *Rickettsia*, *Bartonella*, *Coxiella*, *Ehrlichia* e *Anaplasma* (*rickettsias lato sensu*) em animais vertebrados e invertebrados venha

aumentando nos últimos anos, no Brasil, o papel dos quirópteros no ciclo natural desses agentes é desconhecido. Com o objetivo de analisar a participação dos quirópteros na epidemiologia das doenças causadas por proteobactérias, um estudo piloto foi desenvolvido na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) no município do Rio de Janeiro, Brasil. Análises moleculares foram realizadas em amostras de tecido de morcegos capturados no período de 2014–2015 na EFMA, macrorregião de Jacarepaguá, localizada na vertente leste da Floresta da Pedra Branca. Um total de 44 animais foi capturado e submetido à reação de PCR utilizando oligonucleotídeos para genes específicos de cada agente estudado. O DNA de *Rickettsia* spp., *Ehrlichia* spp. e *Anaplasma* spp. não foi amplificado em nenhuma das amostras testadas. Três amostras (6,8%) das espécies *Artibeus lituratus* e *Artibeus fimbriatus* foram positivas para o gene *htpAB* de *Coxiella burnetii*. Dez amostras (22,7%) pertencentes às espécies *Desmodus rotundus*, *Sturnira lilium*, *A. fimbriatus* e *Artibeus obscurus* foram positivas para *Bartonella* spp. O presente estudo piloto possibilitou o relato da infecção por *C. burnetii* e *Bartonella* spp. em quirópteros no Rio de Janeiro. Estudos futuros são necessários para determinar o papel dos morcegos e seus ectoparasitas na ecologia destes patógenos, bem como a influência desta relação patógeno/hospedeiro na saúde humana e animal.

PALAVRAS-CHAVE: Quirópteros, Zoonoses, *Bartonella* spp., *Coxiella burnetii*, Mata Atlântica.

INTRODUÇÃO

Quirópteros e a transmissão de agentes infecciosos

Atualmente existem pouco mais de 6400 espécies de mamíferos e, dentre estes, destacam-se os morcegos, animais que fazem parte de um dos grupos mais diversos globalmente, padrão que se repete na região Neotropical, a mais rica em espécies de mamíferos do planeta. Os quirópteros possuem diversas funções nos ecossistemas, com destaque para a dispersão de sementes, a polinização e o controle de insetos, alguns deles pragas agrícolas (KUNZ *et al.*, 2011; BURGIN *et al.*, 2018).

Os morcegos, pertencentes à ordem Chiroptera, estão amplamente distribuídos geograficamente e encontrados em todos os continentes, exceto na Antártica (SCHIPPER *et al.*, 2008). Entre os mamíferos, eles são os únicos que apresentam capacidade de realizar o voo ativo e, conseqüentemente, são capazes de se deslocar por grandes distâncias para o forrageio (HAYMAN *et al.*, 2013; IRVING *et al.*, 2021). Assim, são muitas as características pelas quais se atribui a capacidade dos quirópteros em albergar patógenos, em especial a capacidade de voo, um processo evolutivo determinante para a longevidade e adequação do funcionamento imunológico desses animais. Estas características permitem, desta forma, entre outros aspectos, a mediação do estresse oxidativo mitocondrial, que é considerado um dos principais fatores relacionados à alta resistência a patógenos intracelulares e à supressão de fatores tumorais nestes vertebrados (WANG *et al.*, 2011; O'SHEA *et al.*, 2014; BROOK & DOBSON, 2015). Em contraste, em relação às infecções extracelulares, os morcegos permanecem vulneráveis como observado na doença emergente causada pelo

fungo da espécie *Geomyces destructans*, agente da síndrome do nariz branco (do inglês *white-nose syndrome*) que tem afetado populações de diversas espécies norte americanas (HOYT *et al.*, 2021).

As características descritas acima associadas com a capacidade de habitar uma infinidade de nichos ecológicos, a sua diversidade alimentar, incluindo frutos, néctar, insetos, pequenos vertebrados ou uma combinação desses (onívoros), tornam os morcegos um dos grupos de mamíferos mais bem-sucedidos na Terra, aumentando, assim, o interesse global nesses mamíferos como hospedeiros/reservatórios potenciais de patógenos zoonóticos (KUNZ *et al.*, 2011; MÜHLDORFER, 2013; BROOK & DOBSON, 2015; IRVING *et al.*, 2021).

Embora não seja a ordem de mamíferos mais rica em espécies entre os hospedeiros de agentes zoonóticos, os morcegos hospedam mais patógenos por espécie do que as demais ordens e a maioria dos eventos de *spillover* desses agentes para os seres humanos resulta em infecções com alta probabilidade de disseminação (LUIS *et al.*, 2013; JOFFRIN *et al.*, 2018). Diante deste contexto, os morcegos têm chamado a atenção da comunidade científica nas últimas décadas por se apresentarem como hospedeiros importantes para muitos microrganismos relacionados a doenças humanas emergentes. Reconhecidos por albergarem e transmitirem diversos agentes infecciosos de importância para saúde pública como os vírus da raiva e coronavírus, além do histoplasma, entre outros, estudos têm apontado os quirópteros também como potenciais hospedeiros de proteobactérias pertencentes aos gêneros *Rickettsia*, *Bartonella* e *Coxiella* com a participação de diferentes espécies de artrópodes em ciclos zoonóticos complexos (MÜHLDORFER, 2013; TOZER *et al.*, 2014; STUCKEY *et al.*, 2017; MATEI *et al.*, 2021).

As evidências atuais sugerem que as mudanças ambientais e as interações entre animais silvestres, animais de produção e os humanos contribuem para a disseminação de agentes infecciosos de morcegos para outros hospedeiros (HAYMAN *et al.*, 2013; WHITE; RAZGOUR, 2020). Um número crescente de estudos investigando a diversidade e a dinâmica da infecção de patógenos de morcegos vem sendo publicado, no entanto, como esses agentes infecciosos são transmitidos tanto entre espécies de morcegos quanto para outros hospedeiros, incluindo humanos, essas informações geralmente permanecem desconhecidas (JOFFRIN *et al.*, 2018; WHITE; RAZGOUR, 2020).

Adicionalmente, uma grande diversidade de artrópodes, como mosquitos, ácaros, moscas, pulgas e carrapatos, pode ser encontrada em habitats ocupados por morcegos, particularmente em cavernas (DURON *et al.*, 2014; STUCKEY *et al.*, 2017). Até o momento, o papel dos artrópodes hematófagos de morcegos na disseminação de patógenos para os humanos permanece, portanto, especulativo, mesmo que alguns desses ectoparasitas, como pulgas e carrapatos, possam acidentalmente parasitar humanos (STUCKEY *et al.*, 2017). No entanto, existem relatos quanto à detecção da protobactéria *Bartonella mayotimonensis*, agente etiológico de endocardite em humanos, tanto no sangue de morcegos quanto nas pulgas coletadas desses animais, sugerindo que a possibilidade

de transmissão desse agente para humanos por picadas de pulgas ou pelo contato com suas fezes deva ser considerada (VEIKKOLAINEN *et al.*, 2014). Mais recentemente, com a metagenômica, uma grande diversidade de agentes potencialmente zoonóticos tem sido descrita em ectoparasitas de morcegos, incluindo diversas espécies de rickettsias *lato sensu*, mas essas investigações em diversas partes do mundo permanecem escassas (SOCOLOVSCHI *et al.*, 2012; REEVES *et al.*, 2016; CICUTTIN *et al.*, 2017; CORDUNEANU *et al.*, 2021; MATEI *et al.*, 2021).

Rickettsias *lato sensu*

A definição “rickettsia” foi muito utilizada como um termo genérico para muitas bactérias pequenas intracelulares que, transmitidas por ectoparasitas, não podiam ser cultivadas em meio axênico até a década de 1980, quando o progresso taxonômico alterou profundamente esta definição, com a introdução de técnicas moleculares (BRENNER *et al.*, 1993). Desde então, foi possível realizar novas abordagens para inferências filogenéticas e taxonômicas a partir do estudo da genética e da evolução no conhecimento do genoma (OGRZEWALSKA *et al.*, 2017).

Rickettsias *lato sensu*, então, pode ser definida como um grupo cosmopolita de bactérias Gram-negativas, intracelulares obrigatórias, reconhecidas como proteobactérias dos subgrupos α -1 (gêneros *Rickettsia*, *Ehrlichia* e *Anaplasma*), α -2 (gênero *Bartonella*) e γ -proteobactérias (gênero *Coxiella*), historicamente pertencentes à ordem Rickettsiales, família Rickettsiaceae, e que atualmente se encontram reorganizadas e consideradas como famílias distintas de bactérias (BRENNER *et al.*, 1993; DRANCOURT & RAOULT, 1994). A família Bartonellaceae (ordem Rhizobiales) assim como a bactéria *Coxiella burnetii* (Legionellales: Coxiellaceae) foram retiradas da ordem Rickettsiales, que agora inclui duas famílias, Anaplasmataceae e Rickettsiaceae (BRENNER *et al.*, 1993; VITORINO *et al.*, 2007). No entanto, esses agentes ainda são comumente estudados dentro do campo da rickettsiologia e para os fins deste capítulo iremos considerá-los um conjunto, principalmente pelas inúmeras características comuns que apresentam, incluindo a capacidade de infectar uma ampla gama de espécies de artrópodes e vertebrados domésticos e silvestres.

Muitas doenças humanas têm como agentes etiológicos as rickettsias *lato sensu*, incluindo a febre maculosa brasileira, tifo epidêmico, ehrlichiose, febre Q / coxielose, doença da arranhadura do gato (DAG) / bartonelose, anaplasnose granulocítica e endocardites, entre outras, transmitidas em sua maioria por artrópodes, como ácaros, carrapatos, piolhos e pulgas, ou por contato direto com animais e suas excretas (LEMOS, 2013), e que serão apresentadas de forma resumida a seguir.

Ehrlichia spp. e *Anaplasma* spp. têm os carrapatos como principais vetores, especialmente os gêneros *Ixodes*, *Dermacentor*, *Rhipicephalus* e *Amblyomma*, que contribuem para a circulação bacteriana no ambiente. Essas bactérias são capazes de

causar uma infecção persistente no hospedeiro vertebrado (RAR; GOLOVLJOVA, 2011). A gama de potenciais hospedeiros vertebrados de espécies pertencentes a esses dois gêneros não está completamente definida devido à falta de sinais clínicos em muitos hospedeiros reservatórios ou pela escassez de estudos sobre o tema em alguns grupos de vertebrados. Mamíferos como cães, ruminantes domésticos e silvestres, especialmente os cervídeos, são considerados os principais hospedeiros amplificadores para essas bactérias, mas pequenos mamíferos, como roedores também podem atuar como amplificadores para algumas espécies (RAR; GOLOVLJOVA, 2011; SANTOS *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2014; ANDRÉ, 2018). Cinco membros da família Anaplasmataceae são conhecidos por causar doença em humanos, principalmente as espécies *Ehrlichia chaffeensis*, *Anaplasma phagocytophilum* e *Ehrlichia ewingii* (ISMAIL *et al.*, 2010). No Brasil, estudos sorológicos e moleculares têm avaliado a ocorrência dessas bactérias especialmente em cães e gatos e a ehrlichiose monocítica canina causada pela espécie *E. canis* tem sido a doença mais amplamente relatada no Brasil (LE MOS, 2013; FERREIRA *et al.*, 2014). Em relação à infecção na população humana, apesar do agente etiológico ainda não ter sido identificado causando doença em humanos no Brasil, estudos mostraram evidência sorológica de ehrlichiose humana em Minas Gerais (COSTA *et al.*, 2006).

O gênero *Rickettsia* é composto por grupos complexos de bactérias intracelulares obrigatórias, agentes patogênicos e não patogênicos (SALJE, 2021). Atualmente os agentes pertencentes ao gênero *Rickettsia* têm sido divididos geneticamente em quatro grupos: Grupo Ancestral, Grupo do Tifo, Grupo Transicional e Grupo da Febre Maculosa (RGFM), que abriga mais de 25 espécies com 16 associadas com doenças humanas confirmadas, incluindo a espécie *Rickettsia rickettsii*, o protótipo do grupo da febre maculosa, considerada a espécie mais patogênica e importante do gênero no mundo, além de ser a espécie mais bem caracterizada no Brasil (LE MOS, 2013; VITORINO *et al.*, 2007; SALJE, 2021). O microrganismo é transmitido aos humanos pela picada de carrapatos, especialmente por *Amblyomma sculptum*, considerado o vetor primário no Brasil, e *Amblyomma aureolatum*, presente em áreas remanescentes de Mata Atlântica na região Sudeste, além de *Amblyomma ovale* (KATZ *et al.*, 2009; OGRZEWALSKA *et al.*, 2012). No carrapato, a bactéria pode ser transmitida pela via transovariana, transestadial e horizontal, durante o repasto sanguíneo em um hospedeiro pré-infectado com as rickettsias, aspectos biológicos que permitem ao carrapato permanecer infectado durante toda a vida e por muitas gerações após uma infecção primária, sendo assim caracterizado como reservatório (SOCOLOVSCHI *et al.*, 2009; DE LA FUENTE *et al.*, 2017).

Desde os primeiros estudos de *Rickettsia* em mamíferos silvestres publicados na década de 1950, as publicações sobre as infecções causadas por essas proteobactérias, apesar de amplas, têm sido restritas a animais domésticos e artrópodes (MAGALHÃES, 1953; LE MOS *et al.*, 1996; OGRZEWALSKA *et al.*, 2012; COELHO *et al.*, 2016; ROZENTAL *et al.*, 2017; GRUHN *et al.*, 2019).

O gênero *Bartonella* é composto por um grupo de bactérias hemotrópicas transmitidas principalmente por picadas de pulgas para uma variedade de hospedeiros mamíferos, incluindo roedores, gatos, cães, humanos e morcegos (STUCKEY *et al.*, 2017; ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2018; KOSOY *et al.*, 2018). No Brasil poucas informações estão disponíveis sobre a diversidade de *Bartonella*. Até agora, *B. henselae*, *B. quintana*, *B. clarridgeiae*, *B. vinsonii* subsp. *berkhoffii* e *B. vinsonii* subsp. *arupensis* já foram identificadas infectando humanos e animais (LAMAS *et al.*, 2008; GONÇALVES *et al.*, 2016; FONTALVO *et al.*, 2017; ROZENTAL *et al.*, 2017; FERREIRA *et al.*, 2018; GONÇALVES-OLIVEIRA *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2021). Para informações mais detalhadas sobre as bartonelas, consultar o capítulo intitulado “Investigação da ocorrência e diversidade de *Bartonella* em morcegos, roedores, marsupiais e saguis” de autoria de Gonçalves *et al.* (2022).

Coxiella burnetii, o agente causador da febre Q, é transmitida a humanos e animais principalmente pela inalação de aerossóis ou excrementos contaminados como leite, fezes, urina, saliva e produtos de concepções (placenta, secreções vaginais, fluidos amnióticos) derivados de infecções animais. Esta forma de transmissão se deve ao fato de que esta bactéria possui uma capacidade de sobrevivência extracelular e uma resistência à ruptura física e química, devido à diferenciação esporogênica para produzir formas resistentes “*esporo-like*”, característica que possibilita a sua permanência por longos períodos no ambiente (LEMOS, 2013; MILLION & RAOULT, 2015; DAMASCENO & GUERRA, 2018).

Uma grande variedade de animais pode ser infectada com *C. burnetii*, incluindo mamíferos, pássaros e artrópodes, principalmente carrapatos, que são suspeitos de ter um papel na transmissão da bactéria entre vertebrados, especialmente roedores. Todos os mamíferos quando infectados excretam *C. burnetii* resistente à dessecação na urina, fezes, leite e, principalmente, nos produtos de nascimento (EPELBOIN *et al.*, 2016; GONZÁLEZ-BARRIO & RUIZ-FONS, 2019). No Brasil, apesar da existência de evidências sorológicas de febre Q desde os anos 1950, relatos dessa zoonose têm sido raros e associados a pequenos surtos em ambientes rurais e periurbanos (BRANDÃO *et al.*, 1953; LEMOS *et al.*, 2010; ROZENTAL *et al.*, 2012; LEMOS *et al.*, 2016; MARES-GUIA *et al.*, 2016; ROZENTAL *et al.*, 2020).

Rickettsias *latu sensu*, Mata Atlântica e quirópteros

Nos últimos anos, estudos têm apontado os morcegos como hospedeiros dessas proteobactérias em todo o mundo. A crescente diversidade e a aparente associação de determinadas espécies de *Bartonella* spp. encorajam a realização de investigações e de vigilância, especialmente em ambientes silvestres para melhor compreender os ciclos naturais de transmissão desses patógenos em quirópteros, especialmente no Brasil, onde pouca atenção foi dada para essa temática até o ano de 2013.

No Brasil, a espécie de morcego vespertilionídeo *Histiotus velatus* e os filostomídeos

Carollia perspicillata e *Desmodus rotundus* foram considerados potenciais reservatórios de rickettsias em um estudo experimental na década de 1950 (MAGALHÃES, 1953). Após mais de 50 anos, um estudo realizado na cidade de São Paulo revelou que morcegos molossídeos, vespertilionídeos e filostomídeos foram sororreativos para RGFM (D'AURIA *et al.*, 2010). No entanto, considerando que se trata de uma evidência sorológica, o real papel dos morcegos como hospedeiros e mantenedores do ciclo natural dessas bactérias na natureza ainda permanece desconhecido em nosso país.

Neste contexto, obter conhecimento sobre epidemiologia de doenças e ecologia dos reservatórios é fundamental para avaliar de forma mais efetiva os desafios associados com saúde humana e conservação desses animais (BROOK; DOBSON, 2015). Assim, a implementação de abordagens de Saúde Única parece essencial, estratégica e benéfica para um desenvolvimento sustentável, particularmente para as populações que vivem em áreas com maior risco de surgimento de doenças transmitidas por animais silvestres (*hotspots* de zoonoses) (HAYMAN *et al.*, 2013; JOFFRIN *et al.*, 2018). Especialmente em áreas de grande biodiversidade, como a Mata Atlântica do Brasil, onde um estudo conduzido pelo nosso grupo no RJ, entre os anos de 2007 e 2012, identificou a presença infecção por *C. burnetii* (4,6% [6/131]) e *Bartonella* spp. (17,6% [23/131]) em 22,1% (29/131) dos roedores silvestres coletados em diferentes regiões fluminenses, inclusive com a detecção de coinfeção em 1,5% (2/131) dos roedores (ROZENTAL *et al.*, 2017). Há que se registrar que esse foi o primeiro relatado de infecções naturais por *C. burnetii*, *B. doshiae* e *B. vinsonii* em roedores silvestres da Mata Atlântica no Brasil, com destaque para a alta prevalência e a potencial diversidade de proteobactérias que podem ser detectadas em animais silvestres existentes nesse bioma (ROZENTAL *et al.*, 2017).

Com base nesse cenário, tendo em vista que os morcegos representam um dos grupos de mamíferos mais diversos e abundantes e que são os vertebrados silvestres que mais interagem com os humanos (MORATELLI; CALISHER, 2015), especialmente em áreas de transição entre o ambiente silvestre e urbano, foi proposto um estudo piloto na Estação da Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) com o objetivo de diagnosticar a situação da presença de rickettsias *lato sensu* em quirópteros no município do Rio de Janeiro (2013-2015), para a ampliação no conhecimento sobre esse grupo de patógenos pouco estudado no ambiente silvestre brasileiro, de tal forma que sirva de parâmetros para fomentar estudos futuros em outras áreas do Brasil.

MATERIAL & MÉTODOS

De dezembro de 2013 a maio de 2015, amostragens de morcegos foram realizadas, após concessão da licença para coleta de campo fornecida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) sob o número de processo 19.037-1. Os quirópteros foram capturados usando 10 redes de neblina no nível do solo

(9 × 3 m) abertas por seis horas a cada noite em bordas de floresta ou ao longo de trilhas pré-existentes. Na base laboratorial de campo, os animais foram anestesiados, seguindo os procedimentos preconizados (LEMOS; D'ANDREA, 2014), para identificação, coleta dos dados bionômicos, sexagem e verificação de atividade reprodutiva. Após a eutanásia, por exsanguinação, amostras de órgãos e vísceras dos espécimes (rim, fígado, pulmão e coração) foram acondicionadas em nitrogênio líquido e, quando possível, armazenadas em glutaraldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,1M para análises por microscopia eletrônica de transmissão. Todos os procedimentos foram realizados seguindo os protocolos aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa Animal (CEUA) da Fundação Oswaldo Cruz sob os processos CEUA P.62 /11–3 (LW-68/12) e P.42 /12 –1 (LW-81/12).

Os procedimentos de extração de DNA foram realizados em cabine de biossegurança de fluxo laminar em um laboratório de Biossegurança Nível 3. O DNA foi extraído de 10 mg de cada tecido de morcego usando o kit comercial *QIAamp DNA Mini Kit* (QIAGEN, Valencia, CA, EUA) de acordo com as instruções do fabricante. A reação em cadeia da polimerase (PCR) foi usada para detectar esses patógenos e o gene para o qual cada agente patogênico investigado no estudo foi testado se encontra listado com mais detalhes no Quadro 1: (i) *Bartonella* spp., para o gene *gltA* (ROZENTAL *et al.*, 2017); (ii) *C. burnetii*, oligonucleotídeos específicos para amplificar o gene *IS1111* (HOOVER *et al.*, 1992; MARES-GUIA *et al.*, 2017); (iii) *Rickettsia* spp., uma sequência parcial do gene *gltA* (ROZENTAL *et al.*, 2017); e (iv) *Ehrlichia* spp. e *Anaplasma* spp., para o gene *16S rRNA* (INOKUMA *et al.*, 2000).

Quadro 1. Conjunto de oligonucleotídeos utilizados para detecção de DNA rickettsia lato sensu.

Agente	Primers	Sequências (5' – 3')	Tamanho do fragmento
<i>Coxiella burnetii</i>	QBT-1	TATGTATCCACCGTAGCCAGC	687 pb
	QBT-2	CCCAACAACACCTCCTTATTC	
	QBT N3+ ¹	AAGCGTGTGGAGGAGCGAACC	440 pb
	QBT N4- ¹	CTCGTAATCACCAATCGCTTCGTC	
<i>Ehrlichia</i> spp. / <i>Anaplasma</i> spp.	EHR16SD	GGTACCYACAGAAGAAGTCC	344 pb
	EHR16SR	TGCACTCATCGTTTACAG	
<i>Bartonella</i> spp.	<i>gltA</i> F1	GCTATGTCTGCVTTCTATCAYGA	731 pb
	<i>gltA</i> R1	AGAACAGTAAACATTTTCN GTHGG	
	CS F1	CATCCTATGGCTATTATGCTTGC	885 pb
<i>Rickettsia</i> spp.	CS R1	TATACTCTCTATG(T/A)AC(A/G)T(A/G)ACC	
	CS F2	CTTACCGCTATTAGAATGATTGC	
	CS R2	GAGCGA(T/G)AGCTTCAAG(T/C)TCTAT	

Para confirmar a amplificação, os produtos foram analisados por eletroforese em gel de agarose 1,5% corado com solução de GelRed™ (Biotium, Hayward, CA, USA). Foi usado como marcador de peso molecular 100 bp DNA ladder (Invitrogen, Carlsbad, CA, EUA) e os produtos amplificados foram visualizados em transiluminador sob luz ultravioleta e registrados em sistema digital para documentação de gel (Carestream GelLogic System).

Os produtos amplificados no tamanho de fragmento esperado foram purificados utilizando o kit *Illustra GFX PCR DNA and Gel Band Purification*® (GE Healthcare, USA), de acordo com as instruções do fabricante. Para a reação de sequenciamento foi utilizado o kit *BigDye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction*® v3.1 e kit *BigDye*® *X-Terminator Purification* (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) e a corrida foi realizada em um sequenciador ABI 3730xL (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA). As sequências de nucleotídeos e seus cromatogramas foram analisados utilizando programa MEGA 6.0 (megasoftware.net). Uma sequência consenso foi estabelecida e as divergências de nucleotídeos foram esclarecidas pela análise dos arquivos gerados pelo sequenciamento.

Amostras de tecido pulmonar ($n = 2$) e de tecido renal ($n = 4$) de animais positivos para *Bartonella* spp. e *C. burnetii*, fixadas em glutaraldeído durante as atividades de campo (Quadro 2), foram analisadas por microscopia eletrônica de transmissão para identificação de proteobactérias nesses tecidos. Uma vez fixadas, as amostras foram lavadas em tampão cacodilato de sódio 0,1M, pós-fixadas em tetróxido de ósmio 2%, desidratadas em banhos de acetona de concentrações crescentes, infiltradas com resina epon e levadas à estufa a 60° C por três dias para polimerização (SESSO, 2007; BARRETO-VIEIRA *et al.*, 2010). Os blocos contendo as amostras foram seccionados em ultramicrótomo e as secções ultrafinas de 30 a 70 µm foram contrastadas em acetato de uranila e citrato de chumbo (REYNOLDS, 1963). As análises foram realizadas no microscópio eletrônico de transmissão Hitachi HT 7800 do Centro Nacional de Biologia Estrutural e Bioimagem, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Quadro 2. Microscopia eletrônica de transmissão em amostras de tecido pulmonar e renal de animais positivos para *Bartonella* spp. e *C. burnetii*, capturados na Estação da Fiocruz Mata Atlântica no Rio de Janeiro.

ESPÉCIE	SEXO	TECIDO
Animais positivos para <i>Bartonella</i> spp.		
<i>Desmodus rotundus</i>	Macho	Pulmão
<i>Desmodus rotundus</i>	Fêmea	Rim
<i>Sturnira lilium</i>	Macho	Rim
<i>Desmodus rotundus</i>	Macho	Rim
<i>Desmodus rotundus</i>	Fêmea	Pulmão
Animal positivo para <i>Coxiella burnetii</i>		
<i>Artibeus lituratus</i>	Macho	Rim

RESULTADOS

Os resultados apresentados sucintamente a seguir fazem parte da dissertação de mestrado intitulada “*Estudo de rickettsias lato sensu em amostras de quirópteros de diferentes regiões do Brasil*”, de autoria de Michelle Ferreira e se encontram também publicados no periódico *BMC Veterinary Research* (FERREIRA *et al.*, 2018).

Quirópteros

Do total de 44 morcegos capturados, foram identificados nove gêneros e 12 espécies. As espécies mais capturadas foram (Tabela 1): *Desmodus rotundus* ($n = 15$), *Sturnira lilium* (6), *Carollia perspicillata* (4), *Artibeus lituratus* (4), *Artibeus fimbriatus* (3), *Glossophaga soricina* (2), *Myotis nigricans* (2), *Sturnira tildae* (2), *Vampyressa pusilla* (2), *Artibeus obscurus* (1), *Lonchophylla peracchii* (1), *Micronycteris minuta* (1) e *Micronycteris* sp. (1).

Detecção de *Anaplasma*, *Bartonella*, *Coxiella burnetii*, *Ehrlichia* e *Rickettsia*

O DNA de *Anaplasma* spp., *Ehrlichia* spp. e *Rickettsia* spp. não foi amplificado em nenhuma das amostras de morcegos testadas. O DNA de *C. burnetii* foi amplificado em três amostras (6,8%) dentre as 44 amostras de morcegos analisadas, sendo duas de *A. lituratus* e uma de *A. fimbriatus*. A detecção gênica de *Bartonella* spp. ocorreu em 10 espécimes (23%) das seguintes espécies: *D. rotundus* ($n = 6$), *S. lilium* (2), *A. fimbriatus* (1) e *A. obscurus* (1). Coinfecção dos agentes *Bartonella* spp. e *C. burnetii* foi detectada em uma amostra de *A. fimbriatus*. Todas as amostras positivas foram sequenciadas para confirmação da identificação dos agentes patogênicos.

Tabela 1. Quirópteros capturados na Estação da Fiocruz Mata Atlântica no Rio de Janeiro, número total de espécimes e de animais infectados.

Táxon	Total de espécimes	Amostras positivas por PCR		
		<i>Bartonella</i>	<i>Coxiella</i>	<i>Bartonella</i> e <i>Coxiella</i>
Phyllostomidae				
<i>Carollia perspicillata</i>	04 (9,1%)	---	---	---
<i>Desmodus rotundus</i>	15 (24,1%)	06 (40%)	---	---
<i>Glossophaga soricina</i>	02 (4,5%)	---	---	---
<i>Lonchophylla peracchii</i>	01 (2,3%)	---	---	---

<i>Micronycteris minuta</i>	01 (2,3%)	---	---	---
<i>Micronycteris sp.</i>	01 (2,3%)	---	---	---
<i>Artibeus fimbriatus</i>	03 (6,9%)	01 (33,3%)	01 (33,3%)	01 (33,3%)
<i>Artibeus lituratus</i>	04 (9,1%)	---	02 (50%)	---
<i>Artibeus obscurus</i>	01 (2,3%)	01 (100%)	---	---
<i>Sturnira lilium</i>	06 (13,6%)	02 (33,3%)	---	---
<i>Sturnira tildae</i>	02 (4,5%)	---	---	---
<i>Vampyressa pusilla</i>	02 (4,5%)	---	---	---
Vespertilionidae				
<i>Myotis nigricans</i>	02 (4,5%)	---	---	---
Total	44 (100%)	10 (23,0%)	03 (6,8%)	01 (2,3%)

Análises por microscopia eletrônica de transmissão em amostras de órgãos de quirópteros positivos para *Bartonella* e *Coxiella burnetii*

Análises ultraestruturais preliminares do tecido pulmonar de duas amostras provenientes de *D. rotundus* positivos para *Bartonella* revelaram presença exacerbada de neutrófilos nos capilares (Figuras 1A, 1B e 1C), congestão vascular (Figuras 1B e 1C), edema nos capilares (Figura 1C), macrófagos alveolares (Figura 1C) e ativação de células endoteliais (Figura 1D). Em tecido renal de amostras provenientes *A. lituratus* positivo para *C. burnetii* (dado não apresentado) e de morcegos dos gêneros *Desmodus* e *Sturnira* positivos para *Bartonella* spp., a alteração morfológica detectada, assim como em tecido pulmonar, foi a presença aumentada de neutrófilos associada com congestão vascular (Figuras 1E e 1F). Nenhuma bactéria semelhante às proteobactérias estudadas foi detectada.

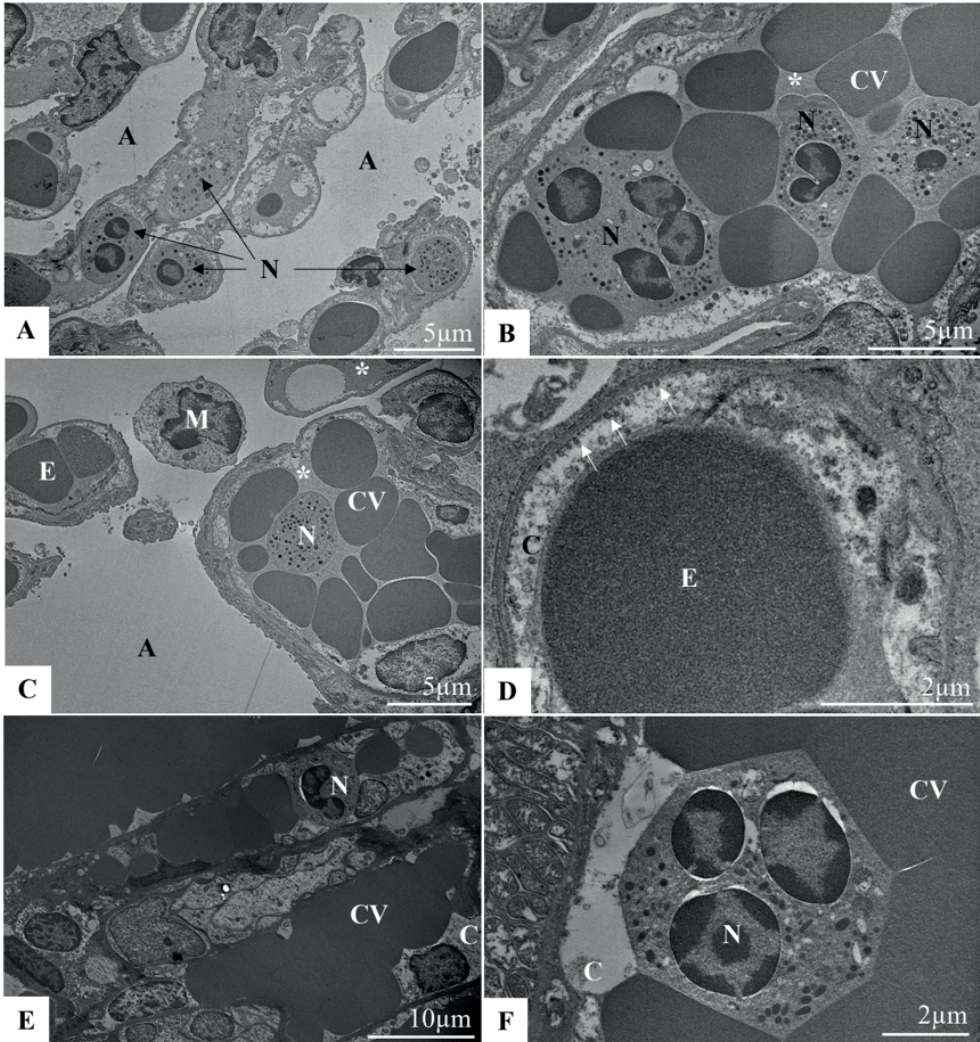


Figura 1. Seções ultrafinas de tecidos pulmonar e renal de morcegos dos gêneros *Desmodus* e *Sturnira* positivos para *Bartonella*. A-D: Tecido pulmonar apresentando neutrófilos (N) em capilares (C), congestão vascular (CV), com a presença de edema nos capilares (asterisco), ativação de célula endotelial (setas) e macrófagos (M) nos espaços alveolares (A); Eritrócitos (E). E- F: Tecido renal apresentando neutrófilos (N) em capilares (C) e congestão vascular (CV). Fonte: Laboratório de Morfologia e Morfogenese Viral IOC/Fiocruz, 2021.

DISCUSSÃO

Detecção de membros da família Rickettsiaceae

Na pesquisa do genoma de *Rickettsia* spp. nenhuma amostra analisada apresentou amplificação do fragmento parcial do gene *gltA*, corroborando estudos semelhantes realizados em morcegos na Argentina, Chile e Sudeste da Europa, que identificaram baixa prevalência ou ausência da presença de fragmentos de DNA de *Rickettsia* em amostra

de diferentes espécies de quirópteros (CICUTTIN *et al.*, 2017; SZUBERT-KRUSZYŃSKA *et al.*, 2019; MÜLLER *et al.*, 2020; ZHAO *et al.*, 2020; CORDUNEANU *et al.*, 2021). Adicionalmente, inquéritos sorológicos demonstraram a possibilidade, diante do contato com as rickettsias, dos morcegos atuarem como sentinelas da presença dessas bactérias na região estudada (REEVES *et al.*, 2006; D'AURIA *et al.*, 2010), reforçando a afirmação de Rozental *et al.* (2019) de que a falta de amplificação de DNA de rickettsias em amostras de animais silvestres é, de certa forma, um resultado esperado, uma vez que os vertebrados atuam como amplificadores e fonte alimentar para os carrapatos, que são de fato os verdadeiros reservatórios dessas proteobactérias na natureza.

De fato, um número crescente de rickettsias vem sendo detectado em carrapatos e outros ectoparasitas de morcegos (SOCOLOVSCHI *et al.*, 2012; DIETRICH *et al.*, 2016; AMARAL *et al.*, 2018; IZZARD *et al.*, 2018; SZUBERT-KRUSZYŃSKA *et al.*, 2020; ZHAO *et al.*, 2020). A identificação de carrapatos da espécie *Carios kelleyi* positivos para presença de DNA de *Rickettsia* spp., inclusive com observações laboratoriais que sugerem que o agente pode ser mantido tanto pela via transestadial quanto pela via transovariana nessa espécie de carrapato, confirmam a importância do tema (LOFTIS *et al.*, 2005; REEVES *et al.*, 2006). Desta forma, um número maior de investigações precisa ser conduzido para entender o real papel desses e outros ectoparasitas na transmissão e manutenção de *Rickettsia* spp. em ciclos enzoóticos envolvendo morcegos, uma vez que um estudo recente demonstrou altas prevalências de infecção por esta proteobactéria em quirópteros (MATEI *et al.*, 2021).

Um cenário semelhante ao descrito para *Rickettsia* spp. foi identificado na pesquisa por proteobactérias da família Anaplasmataceae, em que não houve amplificação de fragmentos parciais de DNA em nenhuma das amostras incluídas neste estudo, em consonância com literatura disponível sobre o tema, já que artigos científicos publicados por grupos em diferentes regiões do mundo demonstram baixa prevalência ou ausência da infecção por *Anaplasma/Ehrlichia* spp. em quirópteros e seus ectoparasitas (LOFTIS *et al.*, 2005; SOCOLOVSCHI *et al.*, 2012; REEVERS, *et al.*, 2016; CICUTRIUM *et al.*, 2017; HAN *et al.*, 2018; LV *et al.*, 2018; SZUBERT-KRUSZYŃSKA *et al.*, 2019).

Agentes pouco conhecidos em morcegos e seus ectoparasitas, *Ehrlichia* spp. já foi detectada em amostra de sangue de *Brachyphylla cavernarum* na Ásia e em carrapatos da espécie *Argas vespertilionis*, assim como na França e no Reino Unido (SOCOLOVSCHI *et al.*, 2012; LV *et al.*, 2018; REEVES *et al.*, 2019). Recentemente, *A. phagocytophilum* foi detectada em amostras de fezes de *Rhinolophus hipposideros*, com prevalências que variaram de 0 a 82% em 23 colônias investigadas na França, um resultado que permite sugerir que essa detecção é provavelmente um reflexo da presença de DNA bacteriano nas presas desses morcegos que incluem pequenos insetos, como mosquitos, moscas e besouros, ou é decorrente de uma infecção persistente nos morcegos de vida longa, semelhante ao que foi previamente proposto para *Bartonella* spp. em outras espécies de morcegos (AFONSO; GOYDADIN, 2018).

Apesar de não ter sido possível no presente estudo amplificar o DNA dessas bactérias nos quirópteros capturados na EFMA, as evidências da circulação em quirópteros e seus ectoparasitas, assim como a comprovação de animais domésticos e silvestres infectados no território brasileiro (LEMOS, 2013), reforçam a necessidade de mais estudos nesses animais.

Detecção de *Coxiella burnetii*

A pesquisa de *C. burnetii* na vida silvestre foi negligenciada por muitos anos, mesmo com evidências robustas de que determinadas espécies de vertebrados selvagens se comportam como verdadeiros reservatórios dessa bactéria. Nos últimos anos, estudos vêm demonstrando uma série de animais silvestres infectados por *C. burnetii*, incluindo ursos, cervídeos, porcos selvagens, aves, roedores e marsupiais (GONZÁLEZ-BARRIO; RUIZ-FONS, 2019). No presente estudo foi possível detectar a presença de DNA de *C. burnetii* em três morcegos das espécies *A. lituratus* (2) e *A. fimbriatus* (1).

Os morcegos do gênero *Artibeus* pertencem à família Phyllostomidae, subfamília Stenodermatinae e possuem hábitos alimentares predominantemente frugívoros, mas que eventualmente podem apresentar uma dieta mais generalista, alimentando-se de insetos, pólen e néctar, com a formação de colônias que chegam a mais de 20 indivíduos em época reprodutiva (ESBERARD *et al.*, 1998; REIS *et al.*, 2013). As espécies *A. lituratus* e *A. fimbriatus* são capazes de percorrer longas distâncias em uma noite. Costa *et al.* (2006), relataram o deslocamento de um indivíduo de *A. fimbriatus* no RJ, que foi recapturado 20 dias após a primeira captura, 21,7 km distante do local de marcação. Enquanto Reis *et al.* (2012) relataram dois indivíduos de *A. lituratus* que foram recapturados a cerca de 20 km do local de marcação, após dois anos da primeira captura.

A literatura atual disponível apresenta um número restrito de relatos sobre o papel dos morcegos no ciclo natural de *C. burnetii*. Em estudos em áreas endêmicas na Guiana Francesa, nenhuma evidência de infecção foi observada nos animais testados (GARDON *et al.*, 2001; DAVOUST *et al.*, 2014). No Chile, Muller *et al.* (2020) demonstraram a presença de DNA de *C. burnetii* em cinco amostras de baço de *Tadarida brasiliensis*. Já na Austrália, fragmentos de DNA de *C. burnetii* foram amplificados a partir da urina de morcegos do gênero *Pteropus*, sugerindo o potencial desses animais como dispersores dessa bactéria no ambiente podendo, então, atuar como fonte de infecção para humanos e para outros animais por meio da inalação de aerossóis a partir de excretas desses animais (TOZER *et al.*, 2014).

Assim, somando este achado às características dos quirópteros do gênero *Artibeus*, pode-se especular que esses animais contribuam para a dispersão e transmissão de *C. burnetii* no ambiente, considerando que esta proteobactéria pode ser excretada em altas quantidades e que é altamente resistente às mais diversas condições ambientais, podendo

sobreviver durante várias semanas fora de um hospedeiro, além de ser facilmente carregada pelo ar (MAURIN; RAOULT, 1999). Este fato é de extrema importância, por caracterizar os morcegos como potenciais fontes de infecção e de disseminação das formas resistentes “*esporo-like*” de *C. burnetii* para humanos e outros mamíferos.

Coxiella burnetii é o agente etiológico da febre Q em humanos e da coxielose em animais. Como as demais doenças que afetam a fauna silvestre, a coxielose é difícil de ser detectada e os casos reportados na literatura constituem apenas uma fração dos casos reais (GORTÁZAR *et al.*, 2010; GONZÁLEZ-BARRIO; RUIZ-FONS, 2019). As manifestações clínicas de coxielose em animais estão relacionadas a distúrbios reprodutivos como abortos espontâneos, natimortos e malformações relatadas em uma ampla gama de mamíferos, constituindo, assim, um potencial risco para a manutenção de diversas espécies de animais, especialmente aquelas ameaçadas de extinção (DUNCAN *et al.*, 2012; CARON *et al.*, 2013; KREIZINGER *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2018). A detecção de *C. burnetii* apresentada no presente estudo deve servir como um alerta para aqueles profissionais que atuam nos programas de conservação de quirópteros, considerando a importância de incluir essa bactéria na investigação de distúrbios reprodutivos em animais de vida livre ou naqueles mantidos em coleções ou santuários destinados à criação desses vertebrados.

A febre Q é considerada uma zoonose de distribuição mundial, associada majoritariamente ao contato com animais de criação, especialmente ruminantes como gado, ovelhas e cabras. O maior risco de infecção humana está associado à inalação de aerossóis contendo *C. burnetii* proveniente de material de parto ou aborto desses animais (MARES-GUIA *et al.*, 2014; EPELBOIN *et al.*, 2017; OGRZEWALSKA *et al.*, 2017; DAMASCENO; GUERRA, 2018). No entanto, a exposição a animais silvestres vem sendo recorrentemente considerada também um fator de risco para infecção humana, tornando-se, assim, uma importante fonte de infecção (WHITNEY *et al.*, 2009; DAVOUST *et al.*, 2014; TOZER *et al.*, 2014; SCHLEENVOIGT *et al.*, 2015; FLINT *et al.*, 2016).

No Brasil, são poucos os relatos que auxiliam no entendimento da epidemiologia de *C. burnetii*. Merece destaque o estudo de soroprevalência realizado na região de Jacarepaguá, no município do Rio de Janeiro, em pacientes HIV-positivos atendidos em serviço de saúde na região administrativa de Jacarepaguá (onde se localiza a EFMA), em que nosso grupo de pesquisa identificou uma prevalência para *C. burnetii* de 3,2%, associada a uma infecção crônica (LAMAS *et al.*, 2009). Ainda no RJ, o primeiro caso confirmado no Brasil, por análise molecular, de febre Q foi no município de Itaboraí, região metropolitana, onde a infecção por *C. burnetii* foi identificada em humanos, cães, ovelhas e cabras (LE MOS *et al.*, 2011). A continuidade do inquérito epidemiológico nessa região identificou, após quatro anos do primeiro achado, novos focos de infecção por *C. burnetii* em animais domésticos e ectoparasitas nos arredores do primeiro local de estudo, revelando a presença, a propagação e a transmissão desse agente em território fluminense (LE MOS *et al.*, 2011; ROZENTAL *et al.*, 2012; LE MOS *et al.*, 2018; MARES-GUIA *et al.*,

2014). Posteriormente, em 2013, roedores silvestres foram capturados no município de Pirai/RJ e a análise laboratorial confirmou animais PCR positivos para a presença de *C. burnetii* (ROZENTAL *et al.*, 2017).

Embora a ocorrência de infecção de quirópteros observada na EFMA tenha sido baixa, pode-se inferir que os morcegos são uma fonte potencial de *C. burnetii* e que esses animais podem possuir um papel chave na transmissão e na propagação da bactéria do ciclo silvestre para o rural, na transmissão animais de criação e de companhia, em arredores de fazendas e na potencial transmissão direta para humanos. Apesar das rotas de transmissão de *C. burnetii* de morcegos não terem sido investigadas até o momento, a potencial transmissão envolvendo a inalação de bactérias aerossolizadas de solo contaminado por outros animais silvestres já foi sugerida (MEERBURG; REUSKEN, 2011).

Essas informações somadas aos achados obtidos no estudo em quirópteros realizados na EFMA sugerem a existência de um complexo ciclo de transmissão de *C. burnetii* que pode estar envolvendo um extenso número de animais silvestres, fato que aponta para a necessidade de estudos futuros nas áreas do território nacional onde casos de febre Q tenham sido confirmados.

Detecção de *Bartonella*

Em relação ao estudo com *Bartonella* spp., após recentes relatos de infecção em morcegos em diferentes regiões do mundo, foi possível obter evidências adicionais de que as bartonelas também são prevalentes em populações de morcegos no Brasil. Em geral, as diversas espécies de *Bartonella* são consideradas agentes transmitidos por uma variedade de ectoparasitas vetores (BREITSCHWERDT *et al.*, 2000). Os quirópteros são parasitados por uma grande diversidade de ectoparasitas, incluindo dípteros, pulgas, carrapatos moles e ácaros, alguns dos quais altamente específicos para os morcegos (BERTOLA *et al.*, 2005). Somado a isto, a tendência à formação de colônias e até compartilhamento de abrigos como acontece com as espécies *C. perspicillata* e *Phyllostomus discolor* (e.g., REIS *et al.*, 2013) podem contribuir para a transmissão frequente de *Bartonella* spp. intraespécies e interespécies. Em um estudo realizado por Ducan *et al.* (2007) foi possível detectar o DNA de *Bartonella* spp. na saliva de cães, sugerindo a possibilidade de transmissão dessas bactérias através de mordedura. Diante desse estudo, a inclusão da espécie *D. rotundus* como potencial hospedeira de bartonelas merece atenção, uma vez que esses animais mantêm uma dieta exclusivamente hematófaga (GREENHALL *et al.*, 1983). Pertinente reforçar que atualmente *D. rotundus* continua sendo considerado o mais importante reservatório e vetor do vírus da raiva (SCHNEIDER *et al.*, 2009; CORRÊA *et al.*, 2013).

Muitas lacunas ainda não foram preenchidas no que diz respeito ao papel dos morcegos como hospedeiros de *Bartonella* spp. na natureza. Diante do número crescente de espécies de *Bartonella* que vem sendo descrito, em especial às associadas à doença

humana, a inclusão dos quirópteros no contexto de hospedeiro dessas bactérias é de essencial importância para a compreensão do ciclo de perpetuação desses agentes na natureza. Não obstante os dados inéditos discutidos acima, no estudo foi identificada pela primeira vez um quiróptero, da espécie *A. fimbriatus*, coinfectado com *C. burnetii* e *Bartonella* spp., reforçando, assim, o potencial dos quirópteros para hospedar patógenos bacterianos.

Deve ser ressaltado que a importância deste estudo é realçada pela publicação de Luis *et al.* (2013), na qual os autores compararam os morcegos com os roedores como reservatórios de vírus zoonóticos. Neste estudo foi demonstrado que os morcegos abrigam um número muito maior de vírus zoonóticos quando comparados com os roedores e o nível de contato interespecífico frequentemente observado em abrigos formados por um conjunto diversificado de espécies de morcegos é uma das justificativas. Assim, é bem possível que esse modelo possa ser aplicado também para as bactérias zoonóticas, considerando mais uma vez que a sobreposição de diferentes espécies de animais de uma mesma ordem taxonômica em uma mesma distribuição espacial torna possível o compartilhamento de um maior número de agentes bacterianos, tal como observado com os vírus (LUIS *et al.*, 2013).

Membros da família Streblidae já foram encontrados infectados por *Bartonella* spp. em Gana, Costa Rica, Nigéria e EUA, como citado anteriormente (REEVES *et al.*, 2005; KAMANI *et al.*, 2014; JUDSON *et al.*, 2015; BILLETER *et al.*, 2019). Em um estudo realizado na Costa Rica, Judson *et al.* (2015) observaram uma associação entre as variantes gênicas de *Bartonella* spp. detectadas nos dípteros coletados com as variantes identificadas nos morcegos por eles parasitados, sugerindo um sistema de hospedeiro-vetor entre os dípteros e os morcegos. Entretanto, vale ressaltar que a presença do agente nos dípteros estudados não comprova sua competência vetorial.

CONCLUSÃO

Considerando a complexidade dos ciclos das rickettsias *lato sensu* na natureza, os quirópteros não podem ser desconsiderados como importantes atores nos ciclos silvestres e como possíveis elos entre os ciclos silvestres e periurbanos. A realização desse estudo pioneiro no Brasil demonstra a importância e a necessidade de uma vigilância abrangente desses agentes. É importante reforçar, como informado previamente, que os resultados apresentados neste capítulo possibilitaram o primeiro registro da infecção por *C. burnetii* e *Bartonella* spp. em quirópteros no país (FERREIRA *et al.*, 2018).

A partir da experiência e dos resultados preliminares obtidos nesse projeto piloto, foi possível a realização de outros estudos com quirópteros em diferentes regiões da Mata Atlântica, um na área proteção ambiental (APA) do Pratigi no Sul da Bahia (13°50'43.3", S 39°16'17.0" W) e no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), em Santa Catarina (27°44'30.8" S, 48°48'26.7" W), além da continuação e expansão das atividades realizadas

na EFMA, com a inclusão da investigação de outras ordens de animais que culminaram no trabalho apresentado no capítulo de autoria de Gonçalves e colaboradores deste livro (FERREIRA *et al.*, 2018; GONÇALVES-OLIVEIRA *et al.*, 2020). Por fim, esperamos que este capítulo consiga incentivar mais pesquisas nesta temática para que se possa determinar o real papel dos quirópteros e seus ectoparasitas na ecoepidemiologia desses patógenos, bem como a influência que essa relação patógeno e hospedeiro pode ter sobre a saúde humana e animal.

AGRADECIMENTOS

Às agências de fomento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 301639/2012-4) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ E-26/202.980/2016), à Pós-graduação em Medicina Tropical do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz) e ao Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica (PDCFMA/Fiocruz). Nós também gostaríamos de agradecer a Ana Luisa Teixeira de Almeida, do laboratório de Morfologia e Morfogênese Viral (IOC/Fiocruz), à equipe do PDCFMA, que auxiliou na execução deste trabalho e a todos os coautores do artigo gerado a partir deste estudo, parcialmente apresentado neste capítulo.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, E.; GOYDADIN, A. C. Molecular detection of *Anaplasma phagocytophilum* DNA in the lesser horseshoe bat (*Rhinolophus hipposideros*) guano. **Epidemiology & Infection**, 146(10):1253-1258, 2018.
- ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ, A.; BREITSCHWERDT, E. B.; SOLANO-GALLEGO, L. Bartonella infections in cats and dogs including zoonotic aspects. **Parasite & Vectors**, 11(1):624, 2018.
- AMARAL, R. B. do; LOURENÇO, E. C.; FAMADAS, K. M.; GARCIA, A. B.; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. Molecular detection of Bartonella spp. and Rickettsia spp. in bat ectoparasites in Brazil. **PLoS One**, 13(6):e0198629, 2018.
- ANDRÉ, M. R. Diversity of *Anaplasma* and *Ehrlichia/Neoehrlichia* Agents in Terrestrial Wild Carnivores Worldwide: Implications for Human and Domestic Animal Health and Wildlife Conservation. **Frontiers in Veterinary Science**, 23;5:293, 2018.
- BARRETO-VIEIRA, D. F.; BARTH-SCHATZMAYR, O. M.; SCHATZMAYR, H. G. Modelo animal experimental para o estudo da patogênese dos vírus dengue sorotipos 1 e 2. **Manual de técnicas**. Rio de Janeiro: Interciência; 2010.
- BERTOLA, P. B.; AIRES, C. C.; FAVORITO, S. E.; GRACIOLLI, G.; AMAKU, M.; PINTO-DA-ROCHA, R. Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) parasitic on bats (Mammalia: Chiroptera) at Parque Estadual da Cantareira, Sao Paulo, Brazil: parasitism rates and host-parasite associations. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 100(1):25-32, 2015.

BILLETER, S. A.; HAYMAN, D. T.; PEEL, A. J.; BAKER, K.; WOOD, J. L.; CUNNINGHAM, A.; SUU-IRE, R.; DITTMAR, K.; KOSOY, M. Y. Bartonella species in bat flies (Diptera: Nycteribiidae) from western Africa. **Parasitology**, 139(3):324-329, 2019.

BRANDÃO, H.; RIBEIRO DO VALLE, L. A.; CHRISTÓVÃO, D. A. Investigações sobre a febre Q em São Paulo. 1. Estudo sorológico em operários de um frigorífico. **Arquivos da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo**, 7: 127-134, 1953.

BREITSCHWERDT, E. B.; KORDICK, D. L. Bartonella infection in animals: carriership, reservoir potential, pathogenicity, and zoonotic potential for human infection. **Clinical Microbiology Review**, 13(3):428-438, 2000.

BRENNER, D. J.; O'CONNOR, S. P.; WINKLER, H. H.; STEIGERWALT, A. G. Proposals to unify the genera Bartonella and Rochalimaea, with descriptions of Bartonella quintana comb. nov., Bartonella vinsonii comb. nov., Bartonella henselae comb. nov., B. elizabethae comb. nov., and to remove the Family Bartonellaceae from to order Rickettsiales. **International Journal of Systematic Evolutionary Microbiology**, 43:711-715, 1993.

BROOK, C. E.; DOBSON, A. P. Bats as 'special' reservoirs for emerging zoonotic pathogens. **Trends in Microbiology**, 23(3):172-180, 2015.

BURGIN, C. J.; COLELLA, J. P.; KAHAN, P. L.; UPHAM, N. S. How many species of mammals are there? **Journal of Mammalogy**, 99 (1): 1-14, 2018.

CARON, A.; MIGUEL, E.; GOMO, C.; MAKAYA, P.; PFUKENYI, D. M.; FOGGIN, C.; HOVE, T.; DE GARINE-WICHATITSKY, M. Relationship between burden of infection in ungulate populations and wildlife/livestock interfaces. **Epidemiology and Infection**, 141:1522–1535, 2013.

CICUTTIN, G. L.; DE SALVO M. N.; LA ROSA, I.; DOHMEN, F. E. G. Neorickettsia risticii, Rickettsia sp. and Bartonella sp. in Tadarida brasiliensis bats from Buenos Aires, Argentina. **Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases**, 52:1-5, 2017.

COELHO, M. G.; RAMOS, V. D. O. N.; LIMONGI, J. E.; LEMOS, E. R. de; GUTERRES, A.; COSTA NETO, S. F. da; ROZENTAL, T.; BONVICINO, C. R.; D'ANDREA, P. S.; MORAES-FILHO, J.; LABRUNA, M. B.; SZABÓ, M. P. Serologic evidence of the exposure of small mammals to spotted-fever Rickettsia and Rickettsia bellii in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Infection Development Countries**, 10(3):275-282, 2016.

CORDUNEANU, A.; MIHALCA, A. D.; SÁNDOR, A. D.; HORNOK, S.; MALMBERG, M.; VISO, N. P.; BONGCAM-RUDLOFF, E. The heart microbiome of insectivorous bats from Central and South Eastern Europe. **Comp Immunology Microbiology Infectious Diseases**, 7;75:101605, 2021.

CORRÊA, M. M. O.; LAZAR, A.; DIAS, D.; BONVICINO, C. R. Quirópteros hospedeiros de zoonoses no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozologia**, 67:23-38, 2013.

COSTA, L. M.; PRATA, A. F. D.; MORAES, D.; CONDE, C. F. V.; JORDÃO-NOGUEIRA, T. ; ESBERARD, C. E. L. Deslocamentode Artibeus fimbriatus sobre o mar. **Chiroptera Neotropical**, 12(2):289-290, 2006.

COSTA, P. S.; VALLE, L. M.; BRIGATTE, M. E.; GRECO, D. B. More about human monocytotropic ehrlichiosis in Brazil: serological evidence of nine new cases. **Brazilian Journal of Infectious Disease**, 10(1):7-10, 2006.

DAMASCENO, I. A. M.; GUERRA, R. C. *Coxiella burnetii* e a febre Q no Brasil, uma questão de saúde pública. **Ciências & Saúde Coletiva**, 23(12):4231-4239, 2018.

D'AURIA, S. R.; CAMARGO, M. C.; PACHECO, R. C.; SAVANI, E. S.; DIAS, M. A.; DA ROSA, A. R.; ALMEIDA, M. F. de; LABRUNA, M. B. Serologic survey for rickettsiosis in bats from São Paulo city, Brazil. **Vector Borne Zoonotic Diseases**, 10(5):459-463, 2010.

DAVOUST, B.; MARIE, J. L.; POMMIER DE SANTI, V.; BERENGER, J. M.; EDOUARD, S.; RAOULT, D. Three-toed sloth as putative reservoir of *Coxiella burnetii*, Cayenne, French Guiana. **Emerging Infectious Diseases**, 20(10):1760-1761, 2014.

DE LA FUENTE, J.; ANTUNES, S.; BONNET, S.; CABEZAS-CRUZ, A.; DOMINGOS, A. G.; ESTRADA-PEÑA, A.; JOHNSON, N.; KOCAN, K. M.; MANSFIELD, K. L.; NIJHOF, A. M.; PAPA, A.; RUDENKO, N.; VILLAR, M.; ALBERDI, P.; TORINA, A.; AYLLÓN, N.; VANCOVA, M.; GOLOVCHENKO, M.; GRUBHOFFER, L.; CARACAPPA, S.; FOOKS, A. R.; GORTAZAR, C.; REGO, R. O. M. Tick-Pathogen Interactions and Vector Competence: Identification of Molecular Drivers for Tick-Borne Diseases. **Frontiers Cellular Infection Microbiology**, 7:114, 2017.

DIETRICH, M.; TJALE, M. A.; WEYER, J.; KEARNEY, T.; SEAMARK, E. C.; NEL, L. H.; MONADJEM, A.; MARKOTTER, W. Diversity of *Bartonella* and *Rickettsia* spp. in Bats and Their Blood-Feeding Ectoparasites from South Africa and Swaziland. **PLoS One**, 11(3):e0152077, 2016.

DRANCOURT, M.; RAOULT, D. Taxonomic position of the rickettsiae: current knowledge. **FEMS Microbiology Reviews**, 13(1):13-24, 1994.

DUNCAN, A. W.; MAGGI, R. G.; BREITSCHWERDT, E. B. *Bartonella* DNA in dog saliva. **Emerging Infectious Diseases**, 13(12):1948-1950, 2007.

DUNCAN, C.; KERSH, G. J.; SPRAKER, T.; PATYK, K. A.; FITZPATRICK, K. A.; MASSUNG, R. F.; GELATT, T. *Coxiella burnetii* in northern fur seal (*Callorhinus ursinus*) placentas from St. Paul Island, Alaska. **Vector Borne and Zoonotic Diseases**, 12:192-195, 2012.

DURON, O.; SCHNEPPAT, U. E.; BERTHOMIEU, A.; GOODMAN, S. M.; DROZ, B.; PAUPY, C.; NKOGHE, J. O.; RAHOLA, N.; TORTOSA, P. Origin, acquisition and diversification of heritable bacterial endosymbionts in louse flies and bat flies. **Molecular Ecology**, 23(8):2105-2117, 2014.

EPELBOIN, L.; NACHER, M.; MAHAMAT, A.; POMMIER DE SANTI, V.; BERLIOZ-ARTHAUD, A.; EL DIN, C.; ABOUD, P.; BRIOLANT, S.; MOSNIER, E.; MENDONÇA GOMES, M. D. O. S.; VREDEN, S. G.; PIERRE-DEMAR, M.; LACERDA, M.; RAOULT, D.; SAMPAIO DE LEMOS, E. R.; DJOSSOU, F. Q Fever in French Guiana: Tip of the Iceberg or Epidemiological Exception? **PLoS Neglected Tropical Diseases**, 10(5):e0004598, 2016.

ESBERARD, C. E. L.; CHAGAS, A. S.; LUZ, E. M.; CARNEIRO, R. A.; MARTINS, L. S. F.; PERACCHI, A. L. On the biology of *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838, from Rio de Janeiro state, Brasil (Chiroptera, Phyllostomidae). **Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción**, 69:109-114, 1998.

FERREIRA, M. S.; GUTERRES, A.; ROZENTAL, T.; NOVAES, R. L. M.; VILAR, E. M.; OLIVEIRA, R. C.; FERNANDES, J.; FORNEAS, D.; JUNIOR, A. A.; BRANDÃO, M. L.; CORDEIRO, J. L. P.; DEL VALLE ALVAREZ, M. R.; ALTHOFF, S. L.; MORATELLI, R.; CORDEIRO-ESTRELA, P.; SILVA, R. C.D.; LEMOS, E. R. S. Coxiella and Bartonella spp. in bats (Chiroptera) captured in the Brazilian Atlantic Forest biome. **BMC Veterinary Research**, 14(1):279, 2018.

FERREIRA, R. F.; CERQUEIRA, M.; CASTRO, T. X.; FERREIRA, E. D. E. O.; NEVES, F. P.; BARBOSA, A.V.; MACIEIRA, D. D. E. B., ALMOSNY, N. R. Genetic diversity of Ehrlichia canis strains from naturally infected dogs in Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**. 23(3):301-308, 2014.

FLINT, J.; DALTON, C. B.; MERRITT, T. D.; GRAVES, S.; FERGUSON, J. K.; OSBOURN, M.; EASTWOOD, K.; DURRHEIM, D. N. Q fever and contact with kangaroos in New South Wales. **Communicable Diseases Intelligence Quarterly Report**, 40, E202–E203, 2016.

FONTALVO, M. C.; FAVACHO, A. R. M.; ARAUJO, A. C.; SANTOS, N. M. D.; OLIVEIRA, G. M. B.; AGUIAR, D. M.; LEMOS, E. R. S.; HORTA, M. C. Bartonella species pathogenic for humans infect pets, free-ranging wild mammals and their ectoparasites in the Caatinga biome, Northeastern Brazil: a serological and molecular study. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, 21(3):290-296, 2017.

GARDON, J.; HÉRAUD, J. M.; LAVENTURE, S.; LADAM, A.; CAPOT, P.; FOUQUET, E.; FAVRE, J.; WEBER, S.; HOMMEL, D.; HULIN, A.; COURATTE, Y.; TALARMIN, A. Suburban transmission of Q fever in French Guiana: evidence of a wild reservoir. **Journal of Infectious Diseases**, 184(3):278-84, 2001.

GONÇALVES, L. R.; FAVACHO, A. R.; ROQUE, A. L.; MENDES, N. S.; FIDELIS JUNIOR, O. L.; BENEVENUTE, J. L.; HERRERA, H. M.; D'ANDREA, P. S.; LEMOS, E. R. de; MACHADO, R. Z.; ANDRÉ, M. R. Association of Bartonella Species with Wild and Synanthropic Rodents in Different Brazilian Biomes. **Applied Environmental Microbiology**, 82(24):7154-7164, 2016.

GONÇALVES-OLIVEIRA, J.; ROZENTAL, T.; GUTERRES, A.; TEIXEIRA, B. R.; ANDRADE-SILVA, B. E.; COSTA-NETO, S. F. D.; FURTADO, M. C.; MORATELLI, R.; D'ANDREA, P. S.; LEMOS, E. R. S. Investigation of Bartonella spp. in Brazilian mammals with emphasis on rodents and bats from the Atlantic Forest. **International Journal of Parasitology and Parasites Wildlife**, 13:80-89, 2020.

GONZÁLEZ-BARRIO, D.; RUIZ-FONS, F. Coxiella burnetii in wild mammals: A systematic review. **Transboundary Emerging Diseases**, 66(2):662-671, 2019.

GORTÁZAR, C.; FERROGLIO, E.; LUTTON, C. E.; ACEVEDO, P. Disease-related conflicts in mammal conservation. **Wildlife Research**, 37:668-675, 2010.

GREENHALL, A. M.; JOERMANN, G.; SCHIMIDT, U. Mammalian Species: Desmodus rotundus. **The American Society of Mammalogists**, 22:1-6, 1983.

GRUHN, K. D.; OGRZEWALSKA, M.; ROZENTAL, T.; FARIKOSKI, I. O.; BLANCO, C.; FREITAS, L. de S.; LEMOS, E. R. S. de; RIBEIRO, V. M. F. Evaluation of rickettsial infection in free-range capybaras (Hydrochoerus hydrochaeris Linnaeus, 1766) (Rodentia: Caviidae) and ticks (Acari: Ixodidae) in the Western Amazon, Brazil. **Ticks Tick Borne Diseases**, 10(5):981-86, 2019.

HAN, H. J.; LIU, J. W.; WEN, H. L.; QIN, X. R.; ZHAO, M.; WANG, L. J.; ZHOU, C. M.; QI, R.; YU, H.; YU, X. J. Babesia vesperuginis in insectivorous bats from China. **Parasite & Vectors**, 11(1):317, 2018.

HAYMAN, D. T.; BOWEN, R. A.; CRYAN, P. M.; MCCRACKEN, G. F.; O'SHEA, T. J.; PEEL, A. J.; GILBERT, A.; WEBB, C. T.; WOOD, J. L. Ecology of zoonotic infectious diseases in bats: current knowledge and future directions. **Zoonoses and Public Health**, 60(1):2-21, 2013.

HOOVER, T. A.; VODKIN, M. H.; WILLIAMS, J.C. A *Coxiella burnetii* repeated DNA element resembling a bacterial insertion sequence. **Journal of Bacteriology**, 174(17):5540–5548, 1992.

HOYT, J. R.; KILPATRICK, A. M.; LANGWIG, K. E. Ecology and impacts of white-nose syndrome on bats. **Nature Reviews Microbiology**, 19(3):196-210, 2021.

INOKUMA, H.; RAOULT, D.; BROUQUI, P. Detection of *Ehrlichia platys* DNA in Brown dog ticks (*Rhipicephalus sanguineus*) in Okinawa Island. **Japan Journal of Clinical Microbiology**, 8(11):4219–4221, 2000.

IRVING, A. T.; AHN, M.; GOH, G.; ANDERSON, D. E.; WANG, L.; F. Lessons from the host defences of bats, a unique viral reservoir. **Nature**, 589(7842):363-370. 2021.

ISMAIL, N.; BLOCH, K. C.; MCBRIDE, J. W. Human ehrlichiosis and anaplasmosis. **Clinics in Laboratory Medicine**. 30(1):261-292, 2010.

IZZARD, L.; CHUNG, M.; DUNNING HOTOPP, J.; VINCENT, G.; PARIS, D.; GRAVES, S.; STENOS, J. Isolation of a divergent strain of *Rickettsia japonica* from Dew's Australian bat Argasid ticks (*Argas (Carios) dewae*) in Victoria, Australia. **Ticks Tick Borne Diseases**, 9(6):1484-1488, 2018

JOFFRIN, L.; DIETRICH, M.; MAVINGUI, P.; LEBARBENCHON, C. Bat pathogens hit the road: But which one? **PLoS Pathogen**, 14(8):e1007134, 2018.

JUDSON, S. D.; FRANK, H. K.; HADLY, E. A. Bartonellae are Prevalent and Diverse in Costa Rican Bats and Bat Flies. **Zoonoses Public Health**, 62(8):609-617, 2015.

KAMANI, J.; BANETH, G.; MITCHELL, M.; MUMCUOGLU, K. Y.; GUTIERREZ, R.; HARRUS, S. Bartonella species in bats (Chiroptera) and bat flies (Nycteribiidae) from Nigeria, West Africa. **Vector Borne Zoonotic Diseases**, 14(9):625-632, 2014.

KATZ, G.; NEVES, V. L. F. C.; ANGERAMI, R. N.; NASCIMENTO, E. M. M.; COLOMBO, S. Statistics and epidemiology of Brazilian spotted fever in São Paulo, Brazil. **Boletim Epidemiológico Paulista**, 6: 4-13, 2009.

KOSOY, M.; MCKEE, C.; ALBAYRAK, L.; FOFANOV, Y. Genotyping of Bartonella bacteria and their animal hosts: current status and perspectives. **Parasitology**, 145(5):543-562, 2018.

KREIZINGER, Z.; SZEREDI, L.; BACSADI, A.; NEMES, C.; SUGÁR, L.; VARGA, T.; SULYOK, K. M.; SZIGETI, A.; ÁCS, K.; TÓBIÁS, E.; BOREL, N.; GYURANECZ, M. Occurrence of *Coxiella burnetii* and Chlamydiales species in abortions of domestic ruminants and in wild ruminants in Hungary, Central Europe. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, 27: 206–210, 2015.

KUNZ, T. H.; DE TORREZ, E. B.; BAUER, D.; LOBOVA, T.; FLEMING, T. H. Ecosystem services provided by bats. **Annals New York Academy of Science**. 1223:1–38, 2011.

LAMAS, C.; CURI, A.; BÓIA, M.; LEMOS, E. Human bartonellosis: seroepidemiological and clinical features with an emphasis on data from Brazil - a review. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 103(3):221-235, 2008.

LAMAS, C. C.; ROZENTAL, T.; BÓIA, M. N.; FAVACHO, A. R.; KIRSTEN, A. H.; SILVA, A. P. da; LEMOS, E. R. de. Seroprevalence of *Coxiella burnetii* antibodies in human immunodeficiency virus-positive patients in Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Brazil. **Clinical Microbiology Infection**, 15, Suppl 2:140-141, 2009.

LEMOS, E. R. S.; ROZENTAL, T.; SIQUEIRA, B. N.; JÚNIOR, A. A. P.; JOAQUIM, T. E. SILVA, R. G. da; LEITE, C. A.; ARANTES, A. A.; CUNHA, M. F. da; BORGHI, D.P. Q Fever in Military Firefighters during Cadet Training in Brazil. **American Journal of Tropical Medicine & Hygiene**. 99(2):303-305, 2018.

LEMOS, E. R.; ROZENTAL, T.; MARES-GUIA, M. A.; ALMEIDA, D. N.; MOREIRA, N.; SILVA, R. G.; BARREIRA, J. D.; LAMAS, C. C.; FAVACHO, A.R.; DAMASCO, P. V. Q fever as a cause of fever of unknown origin and thrombocytosis: first molecular evidence of *Coxiella burnetii* in Brazil. **Vector Borne Zoonotic Diseases**, 11(1):85-87, 2011.

LEMOS, E. R. S.; D'ANDREA, P.S. **Trabalho de Campo com Animais: procedimentos, riscos e biossegurança**. 1ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014.

LEMOS, E. R. S. Rickettsioses. In: COURA, J.R. (Org.). **Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias**. 2ed. São Paulo: Guanabara Koogan S.A, 2013.

LEMOS, E. R. S.; MACHADO, R. D.; COURA, J. R.; GUIMARÃES, A. M. M.; SERRA-FREIRE, N. M., 1996. Infestation by ticks and detection of antibodies to spotted fever group rickettsiae in wild animals captured in the State of São Paulo, Brazil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, 91, 701-702.

LOFTIS, A. D.; GILL, J. S.; SCHRIEFER, M. E.; LEVIN, M. L.; EREMEEVA, M. E.; GILCHRIST, M. J.; DASCH, G. A. Detection of *Rickettsia*, *Borrelia*, and *Bartonella* in *Carios kelleyi* (Acari: Argasidae). **Journal of Medical Entomology**, 42(3):473-480, 2005.

LUIS, A. D.; HAYMAN, D. T.; O'SHEA, T. J.; CRYAN, P. M.; GILBERT, A.T.; PULLIAM, J. R.; MILLS, J. N.; TIMONIN, M. E.; WILLIS, C. K.; CUNNINGHAM, A. A.; FOOKS, A. R.; RUPPRECHT, C. E.; WOOD, J. L.; WEBB, C. T. A comparison of bats and rodents as reservoirs of zoonotic viruses: are bats special? **Proceedings Biological Sciences**, 280(1756):20122753, 2013.

LV, J.; FERNÁNDEZ DE MARCO, M. D. M.; GOHARRIZ, H.; PHIPPS, L. P.; MCELHINNEY, L. M.; HERNÁNDEZ-TRIANA, L. M.; WU, S.; LIN, X.; FOOKS, A. R.; JOHNSON, N. Detection of tick-borne bacteria and babesia with zoonotic potential in *Argas (Carios) vespertilionis* (Latreille, 1802) ticks from British bats. **Scientific Reports**, 30;8(1):1865, 2018.

MAGALHÃES, O. Contribuição ao conhecimento das doenças do grupo do tifo exantemático no Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, 6: 279-308, 1953.

MARES-GUIA, M.; GUTERRES, A.; ROZENTAL, T.; FERREIRA, M. D. S.; LEMOS, E. R. S. Clinical and epidemiological use of nested PCR targeting the repetitive element IS1111 associated with the transposase gene from *Coxiella burnetii*. **Brazilian Journal of Microbiology**, 49(1):138-143, 2017.

MARES-GUIA, M. A.; ROZENTAL, T.; GUTERRES, A.; FERREIRA, M. D. O. S. S.; BOTTICINI, R. D. E. G.; TERRA, A. K.; MARRASCHI, S.; BOCHNER, R.; LEMOS, E. R. Molecular Identification of Q Fever in Patients with a Suspected Diagnosis of Dengue in Brazil in 2013-2014. **American Journal Tropical Medicine and Hygiene**, 94(5):1090-1094, 2016.

MARES-GUIA, M. A.; ROZENTAL, T.; GUTERRES, A.; GOMES, R.; ALMEIDA, D. N.; MOREIRA, N. S.; BARREIRA, J. D.; FAVACHO, A. R.; SANTANA, A. L.; LEMOS, E. R. Molecular identification of the agent of Q fever - *Coxiella burnetii* - in domestic animals in State of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 47(2):231-234, 2014.

MATEI, I. A.; CORDUNEANU, A.; SÁNDOR, A. D.; IONICĂ, A. M.; PANAIT, L.; KALMÁR, Z.; IVAN, T.; PAPUC, I.; BOUARI, C.; FIT, N.; MIHALCA, A. D. *Rickettsia* spp. in bats of Romania: high prevalence of *Rickettsia monacensis* in two insectivorous bat species. **Parasites & Vectors**, 14(1):107, 2021.

MAURIN, M.; RAOULT, D. Q fever. **Clinical Microbiology Reviews**, 12(4):518-553, 1999.

MEERBURG, B. G.; REUSKEN, C. B. E. M. The role of wild rodents in spread and transmission of *Coxiella burnetii* needs further elucidation, **Wildlife Research**, 38: 617–625, 2011.

MILLION, M.; RAOULT, D. Recent advances in the study of Q fever epidemiology, diagnosis and management. **Journal of Infection**, 71 Suppl 1:S2-9, 2015.

MORATELLI, R.; CALISHER, C. H. Bats and zoonotic viruses: can we confidently link bats with emerging deadly viruses? **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 110(1):1–22, 2015.

MÜHLDORFER, K. Bats and bacterial pathogens: a review. **Zoonoses Public Health**. 60(1):93-103, 2013.

MÜLLER, A.; SEPÚLVEDA, P.; DI CATALDO, S.; CEVIDANES, A.; LISÓN, F.; MILLÁN, J. Molecular investigation of zoonotic intracellular bacteria in Chilean bats. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases*, 73:101541, 2020.

OGRZEWALSKA, M.; ROZENTAL, T.; FAVACHO, A. R. M.; MELLO MARES-GUIA, M. A. M. de. *Rickettsial Infections, Bartonella Infections, and Coxiellosis*. In: MARCONDES, C. (Orgs). **Arthropod Borne Diseases**. Springer, Cham, 2017.

OGRZEWALSKA, M.; SARAIVA, D. G.; MORAES-FILHO, J.; MARTINS, T. F.; COSTA, F. B.; PINTER, A.; LABRUNA, M. B. Epidemiology of Brazilian spotted fever in the Atlantic Forest, state of São Paulo, Brazil. **Parasitology**, 139: 1283-1300, 2012.

OLIVEIRA, J. M. B. de; ROZENTAL, T.; LEMOS, E. R. S de; FORNEAS, D.; ORTEGA-MORA, L. M.; PORTO, W. J. N.; FONSECA OLIVEIRA, A. A. da; MOTA, R. A. *Coxiella burnetii* in dairy goats with a history of reproductive disorders in Brazil. **Acta Tropica**, 183:19-22, 2018.

O'SHEA, T. J.; CRYAN, P. M.; CUNNINGHAM, A. A.; FOOKS, A. R.; HAYMAN, D. T.; LUIS, A. D.; PEEL, A. J.; PLOWRIGHT, R. K.; WOOD, J. L. Bat flight and zoonotic viruses. **Emerging Infectious Diseases**, 20(5):741-745, 2014.

- RAR, V.; GOLOVLJOVA, I. Anaplasma, Ehrlichia, and “Candidatus Neoehrlichia” bacteria: pathogenicity, biodiversity, and molecular genetic characteristics, a review. **Infectious Genetic and Evolution**, 11(8):1842-1861, 2011.
- REEVES, W. K.; BECK, J.; ORLOVA, M. V.; DALY, J. L.; PIPPIN, K.; REVAN, F.; LOFTIS, A. D. Ecology of Bats, Their Ectoparasites, and Associated Pathogens on Saint Kitts Island. **Journal of Medical Entomology**, 53(5):1218-1225, 2016.
- REEVES, W. K.; LOFTIS, A. D.; GORE, J. A.; DASCH, G. A. Molecular evidence for novel bartonella species in Trichobius major (Diptera: Streblidae) and Cimex adjunctus (Hemiptera: Cimicidae) from two southeastern bat caves, U.S.A. **Journal of Vector Ecology**, 30(2):339-341, 2005.
- REEVES, W. K.; STREICKER, D. G.; LOFTIS, A. D.; DASCH, G. A. Serologic survey of Eptesicus fuscus from Georgia, U.S.A. for Rickettsia and Borrelia and laboratory transmission of a Rickettsia by bat ticks. **Journal of Vector Ecology**, 31(2):386-389, 2006.
- REIS, N. R.; FREGONEZI, M. N.; PERACCHI, A. D.; SHIBATTA, O. A. **Morcegos do Brasil: guia de campo**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2013.
- REIS, N. R.; FREGONEZI, M. N.; PERACCHI, A. L.; ROSSANEIS, B. K. Metapopulation in bats of Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 72(3):605-609, 2012.
- REYNOLDS, E. S. The use of lead citrate at high pH as an electronopaque stain in electron microscopy. **J Cell Biol**, 17: 208-212, 1963.
- ROZENTAL, T.; FARIA, L. S.; FORNEAS, D.; GUTERRES, A.; RIBEIRO, J. B.; ARAÚJO, F. R.; LEMOS, E. R. S.; SILVA, M. R. First molecular detection of Coxiella burnetii in Brazilian artisanal cheese: a neglected food safety hazard in ready-to-eat raw-milk product. **Braz J Infect Dis**, 24(3):208-212, 2020.
- ROZENTAL, T.; FERREIRA, M. S.; GUTERRES, A.; MARES-GUIA, M. A.; TEIXEIRA, B. R.; GONÇALVES, J.; BONVICINO, C. R.; D'ANDREA, P. S.; LEMOS, E. R. de. Zoonotic pathogens in Atlantic Forest wild rodents in Brazil: Bartonella and Coxiella infections. **Acta Tropica**, 168:64-73, 2017.
- ROZENTAL, T.; MASCARENHAS, L. F.; ROZENBAUM, R.; GOMES, R.; MATTOS, G. S.; MAGNO, C. C.; ALMEIDA, D. N.; ROSSI, M. I.; FAVACHO, A. R.; LEMOS, E. R. de. Coxiella burnetii, the agent of Q fever in Brazil: its hidden role in seronegative arthritis and the importance of molecular diagnosis based on the repetitive element IS1111 associated with the transposase gene. **Memórias Instituto Oswaldo Cruz**, 107(5):695-697, 2012.
- SALJE, J. Cells within cells: Rickettsiales and the obligate intracellular bacterial lifestyle. **Nature Reviews in Microbiology**, 2021.
- SANTOS, H. A.; THOMÉ, S. M.; BALDANI, C. D.; SILVA, C. B.; PEIXOTO, M. P.; PIRES, M. S.; VITARI, G. L.; COSTA, R. L.; SANTOS, T. M.; ANGELO, I. C.; SANTOS, L. A.; FACCINI, J. L.; MASSARD, C. L. Molecular epidemiology of the emerging zoonosis agent Anaplasma phagocytophilum (Foggie, 1949) in dogs and ixodid ticks in Brazil. **Parasites & Vectors**, 6:348, 2013

SCHIPPER, J.; CHANSON, J.S.; CHIOZZA, F.; COX, N.A.; HOFFMANN, M.; KATARIYA, V.; LAMOREUX, J.; RODRIGUES, A. S.; STUART, S. N.; TEMPLE, H. J.; BAILLIE, J.; BOITANI, L.; LACHER, T. E. JR.; MITTERMEIER, R. A.; SMITH, A. T.; ABSOLON, D.; AGUIAR, J. M.; AMORI, G.; BAKKOUR, N.; BALDI, R.; BERRIDGE, R. J.; BIELBY, J.; BLACK, P. A.; BLANC, J. J.; BROOKS, T. M.; BURTON, J. A.; BUTYNSKI, T. M.; CATULLO, G.; CHAPMAN, R.; COKELISS, Z.; COLLEN, B.; CONROY, J.; COOKE, J. G.; FONSECA, G. A. da ; DEROCHER, A. E.; DUBLIN, H. T.; DUCKWORTH, J. W.; EMMONS, L.; EMSLIE, R. H.; FESTA-BIANCHET, M.; FOSTER, M.; FOSTER, S.; GARSHELIS, D.L.; GATES, C.; GIMENEZ-DIXON, M.; GONZALEZ, S.; GONZALEZ-MAYA, J.F.; GOOD, T.C.; HAMMERSON, G.; HAMMOND, P. S.; HAPPOLD, D.; HAPPOLD, M.; HARE, J.; HARRIS, R. B.; HAWKINS, C. E.; HAYWOOD, M.; HEANEY, L. R.; HEDGES, S.; HELGEN, K. M.; HILTON-TAYLOR, C.; HUSSAIN, S.A.; ISHII, N.; JEFFERSON, T. A.; JENKINS, R. K.; JOHNSTON, C. H.; KEITH, M.; KINGDON, J.; KNOX, D. H.; KOVACS, K. M.; LANGHAMMER, P.; LEUS, K.; LEWISON, R.; LICHTENSTEIN, G.; LOWRY, L. F.; MACAVOY, Z.; MACE, G. M.; MALLON, D. P.; MASI, M.; MCKNIGHT, M. W.; MEDELLÍN, R. A.; MEDICI, P.; MILLS, G.; MOEHLMAN, P. D.; MOLUR, S.; MORA, A.; NOWELL, K.; OATES, J. F.; OLECH, W.; OLIVER, W. R.; OPREA, M.; PATTERSON, B. D.; PERRIN, W. F.; POLIDORO, B. A.; POLLOCK, C.; POWEL, A.; PROTAS, Y.; RACEY, P.; RAGLE, J.; RAMANI, P.; RATHBUN, G.; REEVES, R. R.; REILLY, S. B.; REYNOLDS, J. E. 3RD; RONDININI, C.; ROSELL-AMBAL, R. G.; RULLI, M.; RYLANDS, A. B.; SAVINI, S.; SCHANK, C. J.; SECHREST, W.; SELF-SULLIVAN, C.; SHOEMAKER, A.; SILLERO-ZUBIRI, C.; SILVA, N. de; SMITH, D. E.; SRINIVASULU, C.; STEPHENSON, P. J.; VAN STRIEN, N.; TALUKDAR, B. K.; TAYLOR, B. L.; TIMMINS, R.; TIRIRA, D. G.; TOGNETTI, M. F.; TSYTSULINA, K.; VEIGA, L. M.; VIÉ, J. C.; WILLIAMSON, E. A.; WYATT, S. A.; XIE, Y.; YOUNG, B. E. The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat, and knowledge. **Science**, 322(5899):225-30, 2008.

SCHLEENVOIGT, B. T.; SPRAGUE, L. D.; MERTENS, K.; MOOG, U.; SCHMOOCK, G.; WOLF, G.; NEUMANN, M.; PLETZ, M. W.; NEUBAUER, H. Acute Q fever infection in Thuringia, Germany, after burial of roe deer fawn cadavers (*Capreolus capreolus*): A case report. **New Microbes and New Infections**, 8:19-20, 2015.

SCHNEIDER, M. C.; ROMIJN, P. C.; UIEDA, W.; TAMAYO, H.; DA SILVA, D. F.; BELOTTO, A.; SILVA, J. B. da; LEANES, L. F. Rabies transmitted by vampire bats to humans: an emerging zoonotic disease in Latin America? **Pan American Journal of Public Health**, 25(3):260-269, 2009.

SESSO, A. Fixação de sistemas biológicos. In: SOUZA, W. de . **Manual Sobre Técnicas Básicas em Microscopia Eletrônica**. Vol. I. Técnicas Básicas. Sociedade Brasileira de Microscopia Eletrônica, Rio de Janeiro, 2007.

SOCOLOVSKI, C.; KERNIF, T.; RAOULT, D.; PAROLA, P. *Borrelia*, *Rickettsia*, and *Ehrlichia* species in bat ticks, France, 2010. **Emerging Infectious Diseases**, 18(12):1966-1975, 2012.

SOCOLOVSKI, C.; MEDIANNIKOV, O.; RAOULT, D.; PAROLA, P. The relationship between spotted fever group *Rickettsiae* and ixodid ticks. **Veterinary Research**, 40(2):34, 2009.

SOUZA, U. A.; WEBSTER, A.; DALL'AGNOL, B.; MOREL, A. P.; PETERS, F. B.; FAVARINI, M. O.; MAZIM, F. D.; SOARES, J. B. G.; TIRELLI, F. P.; TORTATO, M. A.; LEMOS, E. R. S. de; TRIGO, T. C.; SOARES, J. F.; RECK, J. Molecular and Serological Survey of the Cat-Scratch Disease Agent (*Bartonella henselae*) in Free-Ranging *Leopardus geoffroyi* and *Leopardus wiedii* (Carnivora: Felidae) From Pampa Biome, Brazil. **Microbiology & Ecology**, 81(2):483-492, 2021.

STUCKEY, M. J.; CHOMEL, B. B.; DE FLEURIEU, E. C.; AGUILAR-SETIÉN, A.; BOULOUIS, H. J.; CHANG, C. C. *Bartonella*, bats and bugs: A review. **Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases**, 55:20-29, 2017.

- SZUBERT-KRUSZYŃSKA, A.; STAŃCZAK, J.; CIENIUCH, S.; PODSIADŁY, E.; POSTAWA, T.; MICHALIK, J. Bartonella and Rickettsia Infections in Haematophagous Spinturnix myoti Mites (Acari: Mesostigmata) and their Bat Host, Myotis myotis (Yangochiroptera: Vespertilionidae), from Poland. **Microbiology & Ecology**, 77(3):759-768, 2019.
- TOZER, S. J.; LAMBERT, S. B.; STRONG, C. L.; FIELD, H. E.; SLOOTS, T. P.; NISSEN, M. D. Potential animal and environmental sources of Q fever infection for humans in Queensland. **Zoonoses Public Health**, 61(2):105–112, 2014.
- VEIKKOLAINEN, V.; VESTERINEN, E. J.; LILLEY, T. M.; PULLIAINEN, A. T. Bats as reservoir hosts of human bacterial pathogen, Bartonella mayotimonensis. **Emerging Infectious Diseases**, 20(6):960-967, 2014.
- VITORINO, L.; CHELO, I. M.; BACELLAR, F.; ZÉ-ZÉ, L. Rickettsiae phylogeny: a multigenic approach. **Microbiology**, 153(1):160-168, 2007.
- WANG, L. F.; WALKER, P. J.; POON, L. L. Mass extinctions, biodiversity and mitochondrial function: are bats 'special' as reservoirs for emerging viruses? **Current Opinion in Virology**, 1(6):649-657, 2011.
- WHITE, R. J.; RAZGOUR, O. Emerging zoonotic diseases originating in mammals: a systematic review of effects of anthropogenic land-use change. **Mammal Review**, 2: 10.1111/mam.12201, 2020.
- WHITNEY, E. A. S.; MASSUNG, R. F.; CANDEE, A. J.; AILES, E. C.; MYERS, L. M.; PATTERSON, N. E.; BERKELMAN, R. L. Seroepidemiologic and occupational risk survey for Coxiella burnetii antibodies among US veterinarians. **Clinical Infectious Diseases**, 48:550–557, 2009.
- ZHAO, S.; YANG, M.; LIU, G.; HORNOK, S.; ZHAO, S.; SANG, C.; TAN, W.; WANG, Y. Rickettsiae in the common pipistrelle Pipistrellus pipistrellus (Chiroptera: Vespertilionidae) and the bat soft tick Argas vespertilionis (Ixodida: Argasidae). **Parasite & Vectors**, 13(1):10, 2020.

POTENCIAL MADEIREIRO DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS

Data de aceite: 13/03/2023

Carolina Nogueira Xavier

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Raphaelly de Oliveira Ferreira

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Pedro Henrique de Paula Silva

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Wigor Deivid de Melo Santos

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Enzo Messias Custodio Niza

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Amanda Camargos de Moura

Engenharia Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

José Reinaldo Moreira da Silva

Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Paulo Fernando Trugilho

Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil

Andrea Vanini

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Alexandre Monteiro de Carvalho

Departamento de Produtos Florestais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

RESUMO: Árvores de espécies exóticas invasoras causam diversos problemas à biota mundial. Embora a remoção de tais espécies seja importante para o restabelecimento do equilíbrio do ecossistema, o destino mais adequado do material gerado ainda é controverso. A falta de conhecimento sobre as características das madeiras torna difícil indicar os usos mais adequados, o que acarreta baixo valor agregado do material. O objetivo do estudo foi avaliar as propriedades físicas e mecânicas e indicar as alternativas de uso das madeiras oriundas de espécies exóticas

invasoras da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Foram estudadas três espécies *Artocarpus heterophyllus* Lamarck (jaqueira), *Syzygium cumini* (L.) Skeels (jamelão) e *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard (sombreiro). As propriedades físicas foram determinadas segundo a NBR 7190 (ABNT, 1997) e as propriedades mecânicas de acordo com a ASTM D143 (ASTM, 2014). A densidade básica da madeira de jaqueira foi classificada como baixa e do jamelão e sombreiro como média. O coeficiente de anisotropia das três espécies de madeira analisadas foi considerado normal. A madeira de jamelão foi a espécie que apresentou a maior resistência mecânica. As três espécies possuem propriedades físicas apropriadas para serem empregadas no setor moveleiro e a madeira de jamelão apresentou resistência mecânica adequada para ser utilizada na construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: *Artocarpus heterophyllus*. *Clitoria fairchildiana*. Qualidade da madeira. *Syzygium cumini*.

INTRODUÇÃO

De acordo com definição adotada pela Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica (CDB) na sexta Conferência das Partes (COP-6, 2002), espécie exótica invasora é aquela que quando estabelecida em um novo habitat expande sua distribuição, ameaçando a diversidade biológica nativa. As espécies exóticas invasoras contribuem para a homogeneização da paisagem, reduzem a biodiversidade e alteram o funcionamento do ecossistema de maneira indesejável (CARDINALE *et al.*, 2012; GAERTNER *et al.*, 2011).

Um estudo realizado sobre o controle das espécies arbóreas exóticas invasoras na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) analisou características relacionadas à ecologia das espécies, tais como dispersão, fenologia, capacidade de regeneração, interação biótica e abiótica e estrutura da população. Também foi feito um estudo com enfoque no tamanho, distribuição no local e distribuição diamétricas dos fustes. Assim, foi possível observar o maior potencial invasor das espécies jaqueira e jamelão, ambos com dispersão zoocórica, seguido do sombreiro com dispersão autocórica (FIOTEC - BNDES Mata Atlântica, 2016).

O sombreiro possui potencial invasivo devido à alta produção de sementes, ao alto poder germinativo e rápido crescimento (SANTANA, 2020). Outra característica que pode facilitar o estabelecimento da espécie em regiões diferentes das originais é seu potencial efeito alelopático observado em estudo realizado por Soares *et al.* (2002). O mesmo autor enfatiza que essa espécie é recomendada como pioneira em modelos de restauração de áreas degradadas. Porém, deve-se tomar cuidado, visto que devido aos efeitos fitotóxicos observados no campo, o sombreiro pode comprometer o desenvolvimento normal do processo sucessional pela inibição do desenvolvimento radicular das sementes que estão no banco de sementes natural do ambiente.

Jaqueira, jamelão e sombreiro estão listados entre as espécies invasoras nas Unidades de Conservação Federais do Brasil (SAMPAIO; SCHIMIDT, 2014). Elas também

estão incluídas na lista de espécies vegetais exóticas invasoras no Município do Rio de Janeiro, segundo a Resolução SMAC nº 544, de 28 de março de 2014 da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. As espécies jaqueira e jamelão estão incluídas na lista oficial das espécies exóticas no Estado de Santa Catarina, pela Resolução nº 8, de 14 de setembro de 2012 em Santa Catarina/CONSEMA. No Estado do Rio Grande do Sul o jamelão é reconhecido como espécie exótica invasora, de acordo com a Portaria nº 79/2013 do Rio Grande do Sul/SEMA.

As espécies exóticas invasoras são uma das principais causas de extinção de espécies nativas, portanto, devem ser excluídas de áreas estabelecidas para a conservação de ecossistemas (DECHOUM *et al.*, 2018). Ações que visam à remoção das espécies exóticas invasoras são necessárias para o restabelecimento do equilíbrio da biodiversidade. Contudo, a supressão dessas árvores gera outro desafio, que é a destinação do material lenhoso.

Segundo o guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do ICMBio (2019), a forma mais comum de destinação do material lenhoso de árvores suprimidas é deixar no campo para decomposição. Alternativas para transformação desse material em produtos com maior valor agregado seriam vantajosas. A utilização como matéria-prima alternativa visando a fins madeireiros é uma opção viável.

Na Indonésia a madeira de jaqueira é utilizada para confecção de navios, classificada como madeira forte e durável, conforme os requisitos estabelecidos para a confecção de embarcações (THAIB *et al.*, 2019). Na Índia, a madeira da jaqueira é utilizada no tingimento de tecido (SAMANTA *et al.*, 2009).

Ramanantoandro *et al.* (2016) relataram que a *Syzygium cumini* pode ser uma madeira alternativa para substituir espécies de alto valor agregado em Madagascar, entretanto estudos sobre a estética e as propriedades mecânicas são necessários. Pesquisas sobre as propriedades da madeira de sombreiro não foram encontradas na literatura.

Estudos para possibilitar o uso de madeiras oriundas de espécies exóticas invasoras são escassos, visto que a pesquisa básica sobre invasões biológicas prepondera sobre o manejo e o controle (ZENNI *et al.*, 2016).

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi determinar as propriedades físicas e mecânicas das madeiras de espécies exóticas invasoras da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica e indicar suas alternativas de uso potenciais.

MATERIAL & MÉTODOS

Área de estudo e amostragem das árvores

O estudo foi realizado na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), pertencente à Fundação Oswaldo Cruz, localizada na vertente leste da Floresta da Pedra Branca e sobreposta ao Parque Estadual da Pedra Branca e sua zona de amortecimento.

Foram estudadas três espécies exóticas invasoras: *Syzygium cumini* (L.) Skeels (jamelão), *Artocarpus heterophyllus* Lamarck (jaqueira) e *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (sombreiro). Para cada espécie, foram selecionadas nove árvores, todas georreferenciadas. A supressão foi realizada em conformidade com a licença de corte n° 002920, concedida pela Secretaria Municipal de Ambiente e Cultura do Rio de Janeiro (SMAC). As árvores apresentaram distância entre si variando de 20 a 400 m, 30 a 250 m, 20 a 500 m, para jaqueira, jamelão e sombreiro, respectivamente. A escolha de árvores com maior distância entre si teve a finalidade de diminuir a possibilidade de serem oriundas de uma mesma planta-mãe. As amostras de madeira foram registradas (Tabela 1) e depositadas na Xiloteca do Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da UFRRJ.

Tabela 1. Números de registro das espécies estudadas na Xiloteca do Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da UFRRJ.

Família	Nome científico	Nome vulgar	Número de registro
Myrtaceae	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamelão	7839
			7840
			7841
			7842
			7843
			7844
Moraceae	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lamarck	Jaqueira	7829
			7830
			7831
			7832
Fabaceae	<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Sombreiro	7833
			7834
			7835
			7836
			7837
			7838

Espécies estudadas

A espécie *Artocarpus heterophyllus*, conhecida popularmente como jaqueira, pertence à família Moraceae. É considerada uma árvore frutífera exótica, originária da Índia. A jaqueira (Figura 1A) é considerada uma árvore de grande porte, atingindo mais de 10 m de altura, monóica e exibe cauliflora (CRANE *et al.*, 2002). É perenifólia, cuja floração se estende de outubro a janeiro (BARBOSA, 2016) e frutifica durante todo o ano, com grande parte dessa frutificação ocorrendo com mais frequência nos meses de verão, de dezembro a fevereiro (CUNHA *et al.*, 2006).

A espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Figura 1B), cuja sinonímia científica é *Eugenia jambolana* Lam. e *Syzygium jambolanum* DC, é conhecida popularmente como jambolão, azeitona, azeitona-roxa, jamelão, azeitona doce ou jambul. É uma espécie frutífera exótica de origem indiana com folhas simples e frutos de coloração roxo escuro, pertencente à família Myrtaceae. Tem sua copa densa e larga, razão pela qual é amplamente cultivada como árvore ornamental e para sombra (LORENZI *et al.*, 2006). Pode atingir altura de até 20 m, possui floração entre setembro e novembro (LORENZI *et al.*, 2003) e frutificação de janeiro a maio (VIZZOTTO; FETTER, 2009).

A *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard (Figura 1C), popularmente conhecida como faveira, sombreiro ou palheteira, é uma espécie arbórea de médio a grande porte, pertencente à família Fabaceae e subfamília Papilionoideae nativa da região Amazônica. Possui copa frondosa, atingindo altura de 6 a 12 m, com floração no verão e frutificação em maio-julho, quando se inicia a queda das folhas. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, cuja massa é de aproximadamente 1.800 sementes por quilograma (LORENZI, 1992).

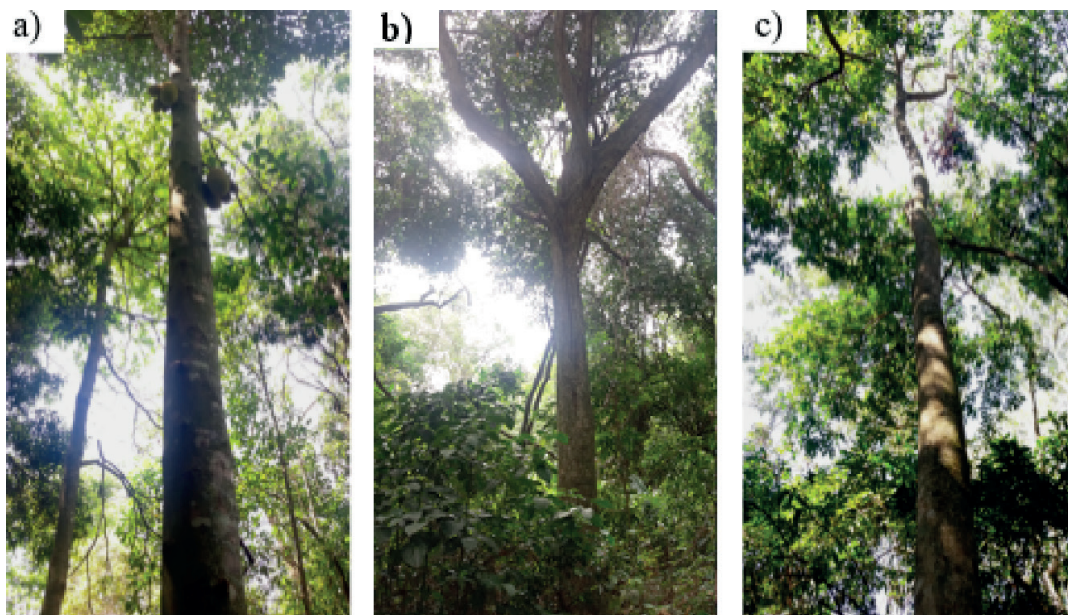


Figura 1. Exemplos de jaqueira (A), jamelão (B) e sombreiro (C) da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica utilizados no estudo. Ano: 2020.

DESDOBRO PRIMÁRIO

Após a supressão das árvores, retiraram-se toras com dois metros de comprimento da região basal das árvores (Figura 2A). Em seguida, as toras foram transportadas para a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) para a realização do desdobro primário na serraria do Instituto de Florestas. A operação de desdobro foi feita em serra de fita vertical (Figura 2B) para obtenção de tábuas com 3 cm de espessura e pranchão central com 8 cm de espessura para a confecção dos corpos-de-prova, para determinação das propriedades físicas e mecânicas.

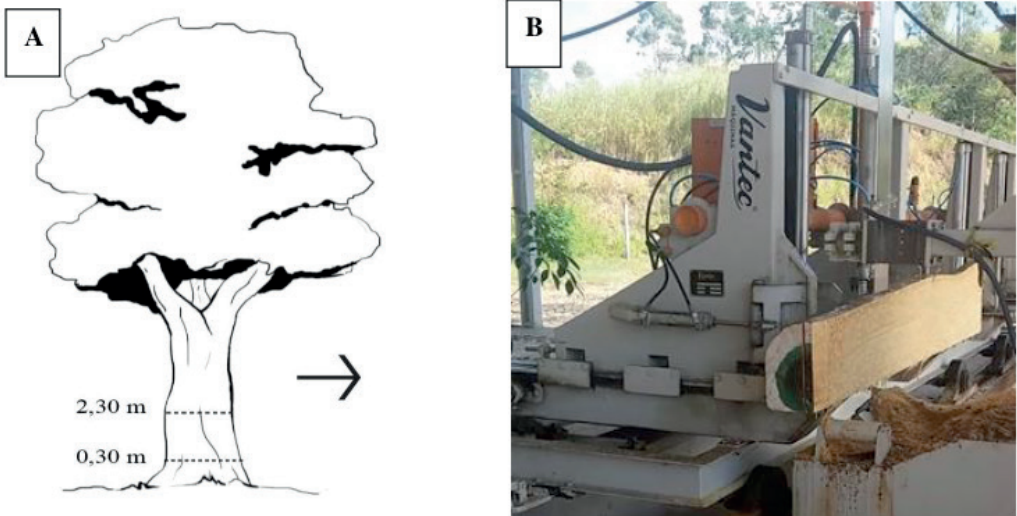


Figura 2. Ilustração da retirada das toras na região basal da árvore (A) e desdobra primário (B). Ano: 2020.

Propriedades físicas

As propriedades físicas estão relacionadas com a qualidade da madeira. Dentre as propriedades físicas da madeira, destacam-se a densidade e a estabilidade dimensional da madeira.

Existe alta relação entre a densidade e diversas características da madeira. Geralmente, aumentando-se a densidade, aumenta-se a resistência mecânica e durabilidade natural da madeira. Em sentido inverso, o aumento da densidade diminui a permeabilidade a soluções preservantes e de acabamentos (CARDIN, 2011).

A estabilidade dimensional da madeira pode ser caracterizada pela contração ou inchamento da madeira, quando em contato com a água, e está relacionada à capacidade da madeira em absorver água (DELUCIS *et al.*, 2013).

A razão entre a contração tangencial e radial denomina-se coeficiente de anisotropia. Esse valor demonstra a estabilidade dimensional da madeira: quanto mais próximo de 1, mais estável dimensionalmente será o material (DURLO; MARCHIORI, 1992), o que proporcionará menores empenamentos e rachaduras durante a secagem. A classificação em relação ao coeficiente de anisotropia de acordo com Durlo & Marchiori (1992) está descrita na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação de acordo com o coeficiente de anisotropia. Retirado de Durlo & Marchiori (1992).

Coeficiente de anisotropia	Classificação
1,2–1,5	estabilidade dimensional excelente
1,5–2,0	estabilidade dimensional normal
> 2,0	estabilidade dimensional ruim

Os elevados coeficientes de anisotropia são características que limitam as aplicações da madeira (TRIANOSKI, 2012). A instabilidade dimensional é uma das principais causas de desperdícios de recursos no processamento da madeira, especialmente espécies de rápido crescimento.

Para a determinação das propriedades físicas foram utilizadas nove árvores de cada espécie. De cada tora foram retiradas três tábuas em diferentes regiões, no sentido medula-casca, próximo à medula, próximo à casca e entre essas duas regiões. Foram realizadas três repetições em cada tábua, totalizando 81 corpos-de-prova por espécie. Os corpos-de-prova foram confeccionados baseado na ASTM D143 (ASTM, 2014), com dimensões de 100 x 25 x 25 mm e de forma a terem as direções radial, tangencial e longitudinal orientadas (Figura 3A).

Os corpos-de-prova foram submersos em água e com auxílio de bomba de vácuo foram saturados. Após saturação dos corpos-de-prova, estes foram pesados em balança digital com precisão de 0,01g e as dimensões medidas nas direções radial, tangencial e axial, com auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (Figura 3B). Para a secagem da madeira os corpos-de-prova foram colocados em estufa com temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, e suas dimensões mensuradas até massa constante.

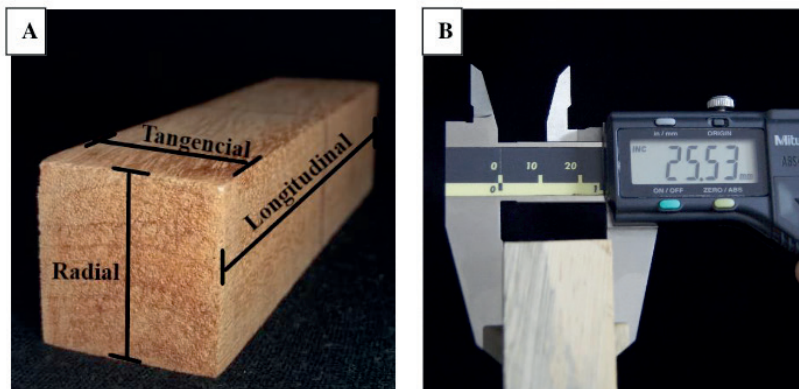


Figura 3. Corpos-de-prova com as direções radial, tangencial e longitudinal orientadas (A), medição do corpo-de-prova com auxílio do paquímetro digital (B). Ano: 2020.

A determinação das propriedades físicas foi realizada no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

A partir da coleta dos dados foi feito o cálculo para determinar a contração radial e tangencial (Equação 1), volumétrica (Equação 2), o coeficiente de anisotropia (Equação 3), a densidade básica (Equação 4).

$$\varepsilon_i = \frac{(L_{\text{sat}} - L_{u(\%)})}{L_{\text{sat}}} \times 100 \quad (1)$$

Em que: ε_i = contração, “i” pode ser na direção radial e tangencial; L_{sat} = dimensão do corpo-de-prova saturado na direção radial e tangencial; $L_{u(\%)}$ = dimensão do corpo-de-prova na direção radial e tangencial.

$$C_{\text{volumétrica}} = \frac{(V_{\text{sat}} - V_{u(\%)})}{V_{\text{sat}}} \times 100 \quad (2)$$

Em que: $C_{\text{volumétrica}}$ = contração volumétrica; V_{sat} = volume do corpo-de-prova saturado; $V_{u(\%)}$ = volume do corpo-de-prova.

$$CA = \frac{\varepsilon_T}{\varepsilon_R} \quad (3)$$

Em que: CA = Coeficiente de anisotropia; ε_T = contração tangencial; ε_R = contração radial.

$$\rho_{\text{básica}} = \frac{m_s}{V_{\text{sat}}} \quad (4)$$

Em que: $\rho_{\text{básica}}$ = densidade básica da madeira (g/cm^3); m_s = massa seca (g) ; V_{sat} = volume saturado (cm^3).

Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas da madeira estão associadas às características de elasticidade e resistência, importantes no correto dimensionamento de estruturas de madeira, como pontes, galpões e residências (DADZIE; AMOAH, 2015). Dentre estas, a resistência mecânica destaca-se como uma das mais importantes propriedades da madeira, pois representa a capacidade que o material tem de resistir a forças externas ou cargas, tendendo a alterar sua forma (ROCHA *et al.*, 1988). A resistência mecânica é uma das mais importantes propriedades da madeira como material construtivo, sendo o fator primordial na construção de casas, pontes e demais construções de madeira (OLIVEIRA, 1997).

A determinação das propriedades mecânicas foi realizada a partir de sete árvores de cada espécie. Após o desdobro o material foi seco ao ar livre por seis meses. Posteriormente, confeccionaram-se corpos-de-prova com dimensões especificadas na Tabela 3, para cada ensaio de acordo com a norma ASTM D143 (ASTM, 2014). Foram confeccionados 84 corpos-de-prova por espécie e ensaio. Os corpos-de-prova foram extraídos de três regiões distintas no sentido da medula-casca, próximo à medula, próximo à casca e entre essas duas regiões.

Os corpos-de-prova foram armazenados em ambiente controlado com a temperatura de $22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $60\% \pm 5\%$, até atingirem a umidade aproximada de 12%.

Foram realizados quatro ensaios mecânicos, compressão paralela às fibras (Figura 4A), cisalhamento (Figura 4B), dureza paralela (Figura 4C) e perpendicular (Figura 4D) às fibras e flexão estática (Figura 4E), sendo quatro repetições por região radial amostrada.

Tabela 3. Dimensão dos corpos-de-prova de cada ensaio mecânico.

Ensaio	Dimensão do corpo-de-prova (mm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
Compressão	100	25	25
Cisalhamento	63	50	50
Dureza	150	50	50
Flexão estática	410	25	25

Nos ensaios para a obtenção das propriedades mecânicas foi utilizada a máquina universal de ensaios com célula de carga e velocidade de aplicação da carga diferente para cada ensaio (Tabela 4). Nos ensaios foi utilizado o software Tesc (versão 1.13), em que as configurações dos parâmetros de cada ensaio mecânico foram de acordo com a norma ASTM D143 (ASTM, 2014). A Tabela 4 apresenta as condições utilizadas nos ensaios mecânicos da madeira. Os ensaios das propriedades mecânicas foram realizados no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira no Departamento de Ciências Florestais – UFLA.

Tabela 4. Célula de carga utilizada e propriedades mecânicas obtidas em cada ensaio.

Ensaio	Célula de carga (ton)	Velocidade (mm/min)	Propriedade mecânica
Compressão	30	0,076	Resistência a compressão paralela às fibras (f_{c0})
			Módulo de elasticidade na compressão (E_{c0})
Cisalhamento	30	0,60	Resistência ao cisalhamento (f_v)
Dureza Janka	10	0,60	Resistência a dureza paralela às fibras (f_{H0})
			Resistência a dureza perpendicular às fibras (f_{H90})
Flexão estática	10	1,30	Módulo de elasticidade (E_M)
			Módulo de ruptura (MOR)

No ensaio de dureza Janka, em cada corpo-de-prova a esfera com área diametral de 1 cm² foi inserida seis vezes, duas paralelas às fibras (faces transversais; Figura 4C) e quatro perpendiculares às fibras (faces radiais e tangenciais; Figura 4D), procurando realizar na posição central dos corpos-de-prova.

Os corpos-de-prova para o ensaio de flexão foram posicionados de maneira que os anéis de crescimento ficassem paralelos à carga aplicada e utilizou-se o vão de 36 cm (Figura 4E).

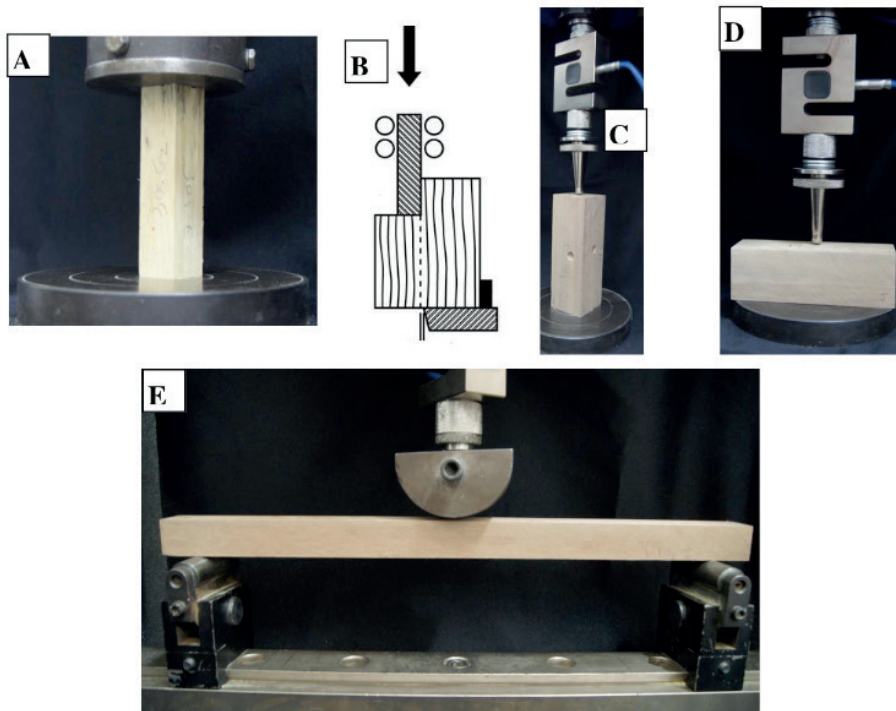


Figura 4. Ensaio de compressão paralela às fibras da madeira de sombreiro (A), método de montagem para o ensaio de cisalhamento (B), ensaio de dureza Janka paralelo (C) e perpendicular (D) às fibras na madeira de jamelão, ensaio de flexão estática da madeira de jamelão (E). Fonte: B - ASTM D143 (2014). Ano: 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Propriedades físicas

Na Tabela 5 estão descritas as propriedades físicas da madeira de jaqueira, jamelão e sombreiro.

Tabela 5. Propriedades físicas da madeira de jaqueira, jamelão e sombreiro.

Valores em parênteses representam os coeficientes de variação.

Propriedades físicas	Jaqueira	Jamelão	Sombreiro
Contração Radial	3,33 (32,53)	5,38 (18,67)	4,79 (27,46)
Contração Tangencial	5,81 (17,43)	8,81 (13,34)	7,18 (17,06)
Contração Volumétrica	10,24 (15,43)	14,22 (8,93)	14,09 (16,06)
Coefficiente de anisotropia	1,95 (38,31)	1,74 (29,29)	1,59 (25,54)
Densidade básica (g.cm ⁻³)	0,466 (8,78)	0,623 (4,23)	0,523 (11,28)

A contração radial (3,33%) e tangencial (5,81%) da madeira de jaqueira pode ser equiparada à madeira de roxinho (*Peltogyne* spp.), que possui 3,5% (radial) e 6,5% (tangencial) (IPT, 1989). Na madeira de jamelão, a contração radial foi de 5,38% e a tangencial de 8,81%, valores próximos à contração radial (5,94%) e tangencial (8,4%) da madeira de Cumaru (*Dipteryx odorata*) (ANPM, 2015). A contração radial (4,79%) e tangencial (7,18%) da madeira de sombreiro apresentou valores semelhantes à madeira de Muiracatiara (*Astronium lecointei*), cujas contrações radiais e tangenciais são, respectivamente, de 4,6% e 7,6% (ANPM, 2015). Dessa forma, as madeiras de jaqueira, jamelão e sombreiro possuem bom desempenho em relação às contrações lineares e potencial para a confecção de móveis, visto que possuem índices de contração compatíveis com madeiras indicadas para movelaria.

A contração da madeira é importante no uso na indústria moveleira ao indicar a orientação das rachaduras e vãos que podem ocorrer entre as peças de madeira do móvel e que prejudicam os encaixes (LOPES *et al.*, 2011).

Em relação ao coeficiente de anisotropia, as três espécies de madeira analisadas são classificadas como normal (1,5–2,0), podendo ser utilizadas para mesas, estantes e armários.

A densidade básica da madeira de jaqueira é considerada baixa ($\leq 0,50 \text{ g.cm}^{-3}$) e nas madeiras de jamelão e do sombreiro classificadas como média (0,50–0,72 g.cm^{-3}) (CORADIN, 1991).

Propriedades mecânicas

Na Tabela 6 estão apresentadas as propriedades mecânicas das madeiras de jaqueira, jamelão e sombreiro.

Tabela 6. Propriedades mecânicas da madeira de jaqueira, jamelão e sombreiro.

Valores em parênteses representam os coeficientes de variação.

Propriedades mecânicas (MPa)	Jaqueira	Jamelão	Sombreiro
Resistência a compressão paralela às fibras (f_{c0})	44 (13,74)	52 (10,49)	34 (24,26)
Módulo de elasticidade na compressão (E_{c0})	6015 (14,17)	7035 (12,90)	4966 (29,83)
Resistência ao cisalhamento (f_v)	13 (19,44)	14 (12,70)	11 (23,29)
Dureza Janka paralela às fibras (fH0)	58 (15,71)	88 (11,72)	57 (23,35)
Dureza Janka perpendicular às fibras (fH90)	47 (21,56)	76 (14,13)	54 (29,35)
Módulo de elasticidade na flexão (MOE)	10685 (12,87)	12698 (17,63)	8297 (27,77)
Módulo de ruptura (MOR)	84 (17,17)	103 (17,36)	77 (32,49)

De acordo com as classes de resistência da NBR 7190 (ABNT, 1997), jaqueira e sombreiro se enquadram na classe C20 e jamelão na classe C30. A madeira de sombreiro dentre as três espécies estudadas foi a que apresentou menores valores de resistência mecânica.

As faces transversais da madeira de jaqueira e jamelão apresentaram maior resistência à dureza, comportamento semelhante ao observado na madeira de *Eucalyptus benthamii*, fato associado à disposição das fibras no sentido axial, já que é o elemento anatômico responsável pela sustentação e resistência mecânica da madeira (BENIN *et al.*, 2017).

A madeira de jaqueira é mecanicamente similar à madeira de cedrinho (*Erismia uncinatum*), a qual é indicada para construção civil leve externa e leve interna estrutural (IPT, 2009). As propriedades mecânicas apresentadas pela madeira de jamelão são indicadas para construção civil pesada e leve externa, interna e leve estrutural. Na Índia a madeira do gênero *Syzygium* é utilizada para construção, móveis, pisos, postes, sendo a espécie *Syzygium cumini*, (jamelão) a de maior importância (WANGKHEM *et al.*, 2020).

A madeira de sombreiro apresentou a menor resistência mecânica em comparação às demais espécies, sendo indicada para uso temporário como, por exemplo, formas de concreto.

A madeira de jaqueira, jamelão e sombreiro foram consideradas de dureza média segundo a classificação de dureza perpendicular às fibras, sugerida pela Associação Nacional de Pisos de Madeira – ANPM (2015) e se assemelha a madeira de cedrinho (*Erismia uncinatum*).

A madeira de jamelão possui resistência mecânica e densidade adequada para ser utilizada como mourão, pois atende a exigência mínima da NBR 9480 (ABNT, 2009) que determina a resistência a flexão estática mínima de 52 Mpa e densidade básica da madeira maior ou igual a 0,540 g.cm⁻³. Para o uso da madeira em forma de mourão, ressalta-se a necessidade de realizar estudo de durabilidade natural para propor tratamento preservativo adequado a esse uso.

Potencial de uso

O uso madeireiro adequado para cada espécie depende das propriedades apresentadas. Assim, após fazer as análises das propriedades físicas e mecânicas das madeiras de jaqueira, jamelão e sombreiro pode-se indicar a utilização mais adequada de acordo com as propriedades estudadas. Na Tabela 7 encontra-se o potencial de uso para cada espécie.

Tabela 7. Potencial de uso das madeiras de jaqueira, jamelão e sombreiro.

Jaqueira	Jamelão	Sombreiro
		
Móveis; Piso; Esquadrias.	Móveis; Piso; Uso estrutural; Mourão.	Utilização de baixo valor agregado de uso temporário, Formas de concreto.

De acordo com as propriedades físicas apresentadas pelas madeiras das três espécies estudadas, estas possuem potencial para utilização no setor moveleiro.

Em relação às propriedades mecânicas, as três espécies estudadas apresentam dureza satisfatória para confecção de pisos, ressaltando a necessidade de realizar os ensaios específicos para pisos.

A madeira de jamelão possui resistência mecânica apropriada para ser empregada em uso estrutural e como mourão, havendo necessidade de realizar estudo de durabilidade natural para propor tratamento preservativo.

CONCLUSÕES

É possível utilizar o lenho das espécies exóticas invasoras jaqueira, jamelão e sombreiro como matéria-prima para fins madeireiros. Dessa forma, há nova alternativa de uso e destinação para essas espécies que precisam ser suprimidas devido aos diversos malefícios que causam à biodiversidade. Pode-se empregar as madeiras das espécies estudadas dentro da Unidade de Conservação mencionada como mourão (jamelão), na construção civil (jamelão), na confecção de móveis e pisos (jamelão e jaqueira) e em uso temporário como formas de concreto (sombreiro).

AGRADECIMENTOS

À equipe da Fiocruz Mata Atlântica, pelo suporte e doação do material. À Universidade Federal de Lavras e à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela infraestrutura laboratorial, onde foram realizados os ensaios experimentais. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-143 – **Standard methods of testing small clear specimens of timber**, Philadelphia, USA, 32 p., 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9480**: peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT; 2009. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 7190 – **Projeto de Estruturas de Madeira** – São Paulo, 1997. 107p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE PISOS DE MADEIRA - ANPM. **Pisos de madeira**: características de espécies brasileiras. Piracicaba: ANPM, 2015. 184p.

BARBOSA, U. N. **Aspectos ecológicos e influência de *Artocarpus heterophyllus* Lam na estrutura do componente arbóreo de fragmento florestal urbano**, Recife, PE. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Recife, 2016. 79 f.

BENIN, C. C.; WATZLAWICK, L. F.; HILLIG, É. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* sob efeito do espaçamento de plantio. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 27 (4): 1375-1384, 2017.

CARDIN, V. de S. **Ensaio não destrutivo aplicado à madeira serrada e estruturas**: técnicas potenciais para uso no Brasil. 2011. Dissertação de Mestrado, São Carlos-SP: Universidade Federal de São Carlos.

CARDINALE, B. J.; DUFFY, J. E.; GONZALEZ, A.; HOOPER, D. U.; PERRINGS, C.; VENAIL, P.; NARWANI, A.; MACE, G. M.; TILMAN, D.; WARDLE, D. A.; KINZIG, A. P.; DAILY, G. C.; LOREAU, M.; GRACE, J. B.; LARIGAUDERIE, A.; SRIVASTAVA, D.S.; NAEEM, S. **Biodiversity loss and its impact on humanity**. *Nature*, 486 (7401): 59-67, 2012.

CONFERENCE OF THE PARTIES TO THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY – COP-6 da CDB. 2002. **Report of the Sixth Meeting of the Conference of the Parties of the Convention on Biological Diversity**. 341 p. Disponível em: <<https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-06/official/cop-06-20-en.pdf>>. Acesso em: 28 de abril de 2020.

CORADIN, V. T. R. **Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira**: I. Angiospermae. II. Gimnospermae. IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 1991.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F.; CAMPBELL, R. J. 2002. **The Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) in Florida**. University of Florida IFAS Extension. Fact Sheet HS-882.

CUNHA, A. A.; VIEIRA, M. V.; GRELE, C. E. Preliminary observations on habitat, support use and diet in two non-native primates in an urban Atlantic forest fragment: The capuchin monkey (*Cebus* sp.) and the common marmoset (*Callithrix jacchus*) in the Tijuca forest, Rio de Janeiro. **Urban Ecosystems** 9: 351-359, 2006.

DADZIE, P. K.; AMOAH, M. Density, some anatomical properties and natural durability of stem and branch wood of two tropical hardwood species for ground applications. **European Journal of Wood and Wood Products**, 73 (6): 759-773, 2015.

DECHOUM, M. D. S.; SAMPAIO, A. B.; ZILLER, S. R.; ZENNI, R. D. Invasive species and the Global Strategy for Plant Conservation: how close has Brazil come to achieving Target 10? **Rodriguésia**, 69 (4): 1567-1576, 2018.

DELUCIS, R. A.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; CADEMARTORI, P. H. G.; WEINERT, L. C.; DE AVILA VEGA, R. Segregação e variação radial das propriedades físicas da madeira juvenil e adulta de cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo), **Scientia Florestalis**, 41 (100): 549-556, 2013.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p. (Série Técnica, 10).

FIOTEC - Fundação para Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde – BNDES Mata Atlântica. **Relatório Final**: Restauração ecológica de 344 hectares de Mata Atlântica com espécies nativas; Reativação do Horto-Escola do Campus Fiocruz da Mata Atlântica. 2016.

GAERTNER, M.; RICHARDSON, D. M.; PRIVETT, S. D. J. Effects of alien plants on ecosystem structure and functioning and implications for restoration: insights from three degraded sites in South African fynbos. **Environmental management**, 48 (1): 57-69, 2011.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais. 135p. 2019.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. 2a ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p. (publicação IPT Nº 1791).

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo: IPT, 2009. 103p. (publicação IPT Nº 3010).

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Arvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006.

LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. D. S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 21 (2): 315-322, 2011.

OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1997. Tese de Doutorado, São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

RAMANANANTOANDRO, T.; RAMANAKOTO, M. F.; RAJOELISON, G. L.; RANDRIAMBOAVONJY, J. C.; RAFIDIMANANTSOA, H. P. Influence of tree species, tree diameter and soil types on wood density and its radial variation in a mid-altitude rainforest in Madagascar. **Annals of forest science**, 73 (4): 1113-1124, 2016.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Resolução SMAC nº 544 de 28 de março de 2014**. Atualiza a lista de Espécies Vegetais Exóticas Invasoras. Secretaria Municipal de Meio Ambiente do Rio de Janeiro. 2014.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). **Portaria nº 79/2013**. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual de Meio Ambiente, 2013.

ROCHA, J. S.; PAULA, E. V. C. M.; SIQUEIRA, M. L. Flexão estática em amostras pequenas livres de defeitos. **Acta Amazonia**, 18 (½): 147- 162, 1988.

SAMANTA, A. K.; AGARWAL, P.; DATTA, S. Studies on color interaction parameters and color fastness properties for dyeing of cotton fabrics with binary mixtures of jackfruit wood and other natural dyes. **Journal of Natural Fibers**, 6 (2): 171-190, 2009.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação federais do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, 2: 32-49, 2014.

SANTA CATARINA (Estado). **Resolução nº 8 de 14 de setembro de 2012**. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Exóticas Invasoras no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina, 2012.

SANTANA, C. A. A. **Estrangeiros na cidade do Rio de Janeiro**: características e histórias de algumas espécies exóticas presentes no cotidiano carioca (recurso eletrônico). Rio de Janeiro, 2020.

SOARES, G. L. G.; SCALON, V. R.; PEREIRA, T. D. O.; VIEIRA, D. D. A. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumas leguminosas arbóreas brasileiras. **Floresta e Ambiente**, 9 (1): 119-126, 2002.

THAIB, R.; LUBIS, R. Z.; RUSYDI, I.; CHALILUDDIN, C.; AFFAN, J. M.; PUTRA, D. F.; YUSRIZAL, Y. The assessment of wood utilization rate at UD. Karya Lomba Shipyard, Aceh Besar, Indonesia. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. 348 (1), 2019.

TRIANOSKI, R. **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de Pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos**, 2012. Tese de Doutorado, Curitiba: Universidade Federal do Paraná.

VIZZOTTO, M.; FETTER MR. **Jambolão**: o poderoso antioxidante. Embrapa, Brasília. 2009.

WANGKHEM, M.; SHARMA, M.; SHARMA, C. L. Comparative wood anatomical properties of genus *Syzygium* (family Myrtaceae) from manipur, India. **Indonesian Journal of Forestry Research**, 7 (1): 27-42, 2020.

XAVIER, C. N.; GRANATO-SOUZA, D.; BARBOSA, A. C. M.; DA SILVA, J. R. M. Tropical dendrochronology applied to invasive tree species in the Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Forestry Research**, p. 1-11, 2019.

ZENNI, R. D.; DE SÁ DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. Dez anos do informe brasileiro sobre espécies exóticas invasoras: avanços, lacunas e direções futuras. **Biotemas**, Santa Catarina, 29, (1): 133-153, 2016.

ANÁLISE FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO

Data de aceite: 13/03/2023

Jaílton Paes Costa

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Monique Medeiros Gabriel

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Andrea Vanini

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

2,65. No sítio 2 foram levantadas 879 árvores vivas, de 92 espécies, 71 gêneros e 36 famílias. A área basal total foi 37 m² e o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') foi igual a 3,66. A transição apresentou resultados compatíveis com outros estudos no remanescente e está em estágio sucessional mais avançado em comparação com o peridomicílio. O histórico de ocupação, o uso do solo atual e a conectividade com a floresta se mostraram importantes fatores que condicionam a estrutura e a composição florística desses ambientes.

RESUMO: Aqui descrevemos o levantamento florístico e análise da estrutura de um trecho de floresta na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, bem como a classificação das espécies quanto ao grupo ecológico e síndrome de dispersão. Foi alocada uma parcela de 250 x 40 em cada sítio de amostragem, sendo um sítio no peridomicílio (sítio 1) e o outro na transição para a Floresta da Pedra Branca (sítio 2). No sítio 1 foram levantadas 597 árvores vivas (≥ 5 cm), de 42 espécies, 37 gêneros e 17 famílias. A área basal total foi 12,9 m² e o Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') de

INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é um dos biomas de maior vulnerabilidade atualmente (MYERS *et al.*, 2000) e o longo histórico de uso e ocupação das regiões deste bioma, desde os diversos ciclos de atividades extrativistas e agrárias aos mais recentes processos de expansão das cidades e urbanização dos territórios (DEAN, 1996), constitui um importante marcador para a compreensão do bioma, sua ecologia e processos de regeneração

(BUDOWSKI, 1965; BURTON *et al.*, 1992; CONGDON; HERBOHN, 1993; NEPSTED *et al.*, 1996; SOLÓRZANO, 2006). O domínio da Floresta Atlântica compreende, principalmente, uma série de ecossistemas contíguos ao longo da costa brasileira, entre os estados do Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul (MORELLATO; HADDAD, 2000). Entretanto, além dessa região bem delimitada, existem encraves da Floresta Atlântica inseridos em regiões de predominância de outros biomas, como na Caatinga e no Cerrado (IBGE, 2008). Estima-se que a área original de cobertura da Floresta Atlântica tenha se estendido entre 1.300.000 e 1.500.000 km², ocupando mais de 3.300 km ao longo da costa leste do Brasil (MORELLATO; HADDAD, 2000; CÂMARA, 2005). Segundo Ribeiro *et al.* (2009), atualmente, restam entre 11 e 16% da cobertura original, distribuídos em sua maioria em fragmentos florestais menores que 50 ha e quase metade dos remanescentes florestais estão a menos de 100 m de suas bordas. No entanto, Rezende *et al.* (2018) apontam para uma cobertura remanescente de 28% da Mata Atlântica original.

O domínio desse bioma produz um mosaico composto pelas fitofisionomias classificadas como Floresta Ombrófila Densa/Aberta, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, Formações Campestres, Afloramentos Rochosos, Restinga e Manguezal (IBGE, 1992). Por reunir características únicas e um complexo conjunto de determinantes de risco, a Floresta Atlântica é considerada hoje um dos *hotspots* da biodiversidade do planeta (MITTERMEIER *et al.*, 2004). É caracterizado pela expressiva diversidade de espécies, com mais de 15.500 espécies vegetais registradas, representando cerca de 5% da flora do planeta e quase metade é endêmica do Domínio Atlântico (STEHMANN *et al.*, 2009).

A Floresta Ombrófila Densa destaca-se por concentrar cerca de 60% da riqueza e até 80% dos endemismos (STEHMANN *et al.*, 2009). Essas particularidades da Mata Atlântica estão relacionadas, em parte, aos diferentes elementos geográficos e climáticos nas diversas regiões de seu domínio. A distribuição territorial da Floresta Atlântica a coloca em uma situação de constante pressão por conta da perda de habitat, ocasionada pelos profundos processos de antropização. Neste cenário, destaca-se a situação de mangues e restingas, cujos habitats são diretamente afetados pela expansão imobiliária nas regiões costeiras (STEHMANN *et al.*, 2009). Nesse sentido, fica evidente a relevância de estudos que tenham por objetivo a caracterização e resgate da história da composição florística desse bioma, nas diversas regiões que ocupa.

O estado do Rio de Janeiro está completamente inserido no domínio da Mata Atlântica e a cobertura vegetal nativa cobre, aproximadamente, 21% do estado (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021), sendo mais da metade da vegetação nativa em regime de proteção ambiental (MEDEIROS, 2020). As maiores extensões de florestas contínuas e conservadas encontram-se nas regiões de Paraty, Angra dos Reis e Mangaratiba e, no interior do estado, na região serrana (RBMA, 2003).

No município do Rio de Janeiro, os principais remanescentes da Floresta Ombrófila

Densa encontram-se nas áreas dos três grandes maciços costeiros, sendo esses Pedra Branca, Tijuca e Mendanha (LIMA; GUEDES-BRUNI, 1996). A Floresta da Pedra Branca ocupa um lugar de destaque entre as formações florestais remanescentes no município do Rio de Janeiro. Caracterizada pela fitofisionomia de Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 1992), o remanescente representa um importante componente de interesse ecológico e hídrico na cidade. O Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), criado pela Lei Estadual nº 2.377, de 28 de junho de 1974, apresenta uma superfície de 12.393,84 hectares, abrangendo todas as áreas do Maciço situadas acima da cota de 100 metros de altitude. Ocupando cerca de 16% do território do município, o PEPB é a maior UC da cidade (FERNANDEZ, 2009).

A comunidade florística do PEPB está inserida no domínio da Floresta Ombrófila Densa Submontana (83% da área total da UC) e Floresta Ombrófila Densa Montana (16%), em diferentes estágios de sucessão, e abriga 934 espécies pertencentes a 118 famílias botânicas (INEA, 2012). Destas, 429 espécies apresentam algum grau de endemismo, dentre as quais 157 são endêmicas do Brasil (36,6%), 267 são endêmicas da Floresta Atlântica (62,2%) e cinco são endêmicas do Rio de Janeiro (1,2%; INEA, 2012). É registrada a presença de uma espécie endêmica de bromélia do PEPB, a *Neoregelia camorimiana*, encontrada especialmente nas matas em estágio avançado de regeneração (INEA, 2012).

Os intensos ciclos extrativistas e de agricultura, em especial os cultivos de cana, café, banana e pequenos plantios de subsistência, são elementos centrais para a compreensão do estado da composição florística da região (SOLÓRZANO *et al.*, 2005). O objetivo deste trabalho foi caracterizar a florística e a estrutura da vegetação de dois sítios com históricos de uso e ocupação e estado de conservação distintos, localizados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), zona de amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), localizada no município do Rio de Janeiro, vertente leste do Maciço da Pedra Branca. Criada pela portaria 522/2016-PR, a EFMA possui 430 hectares e corresponde às áreas definidas como não edificáveis no Plano Diretor do Campus Fiocruz Mata Atlântica (FIOCRUZ, 2016) e está parcialmente sobreposta ao Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB). Situada no domínio da Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 1992), observa-se, atualmente, um gradiente de antropização que vai das áreas mais densamente ocupadas em direção à floresta do Maciço, que compõem o PEPB.

O PEPB foi criado em 28 de junho de 1974 pela Lei nº 2.377 e possui cerca de 12.500 hectares. Nele encontra-se o ponto mais alto do município do Rio de Janeiro, o Pico da Pedra Branca, com 1.024 metros de altitude. O PEPB é considerado a maior unidade de

conservação do município e uma das maiores florestas urbanas do mundo (FERNANDEZ, 2019).

O PEPB constitui uma Unidade de Conservação de proteção integral que, de acordo com a Lei nº 9985, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), destina-se à preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico (INEA, 2012). Forma junto com os remanescentes da Floresta do Mendanha e da Floresta da Tijuca as principais áreas de vegetação da cidade do Rio de Janeiro e região metropolitana (Figura 1).



Figura 1. Limites das três Unidades de Conservação (verde) que protegem os principais remanescentes de vegetação da região metropolitana do Rio de Janeiro (1. Parque Estadual do Mendanha; 2. Parque Estadual da Pedra Branca e 3. Parque Nacional da Tijuca) e da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (vermelho). Fonte: modificado do Google Earth.

Geologia, geomorfologia e solos: o Maciço da Pedra Branca é composto por antigas rochas cristalinas pré-cambrianas (formadas até 540 m.a.) que foram submetidas a intensa ação tectônica, apresentando intrusões e metamorfismos de idades variadas, que se estendem até o Cretáceo (145 m.a.). Em duas estreitas faixas, situadas a sudeste e noroeste, ocorrem recortes de terrenos quaternários/holocênicos (12.000 anos) relacionados às bacias sedimentares litorâneas nas planícies de Jacarepaguá. Possui

um relevo caracterizado pela formação de vales e serras, formados pela ação dos rios e riachos (INEA, 2012).

Dentro dos limites da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica podemos reconhecer três principais unidades geológicas: Gnaisses Facoidal, localizada na parte mais alta da EFMA; a unidade Angelim, até 20 metros de altitude; e planícies de sedimentos fluviais, formadas nos vales dos rios Engenho Novo e Pavuninha (INEA, 2012). A geomorfologia da EFMA pode ser definida como um conjunto de serras escarpadas, isoladas ou locais, colinas e morros e planícies fluviais (IBGE, 2006). O Maciço da Pedra Branca abriga os cinco principais tipos de solos ou associações: Argissolos Vermelho-Amarelos; Neossolos e Cambissolos Flúvicos; Latossolo Vermelho-Amarelo; Chernossolo Argilúvico, além de inúmeros afloramentos de rocha matriz (INEA, 2012).

Climatologia: segundo o sistema de Köppen, o clima da região onde está localizada a EFMA pode ser classificado como Tropical Úmido (Af), sem uma estação seca, megatérmico (temperatura média do ar em todos os meses do ano superior a 18°C, sem estação de inverno e muita chuva); com precipitação pluviométrica máxima de dezembro a março (verão); e de precipitação mínima, de junho a agosto (inverno). Em geral, a pluviosidade varia de 1.500 a 2.500 mm (INEA, 2012).

Histórico: durante o período colonial, a região do entorno do Maciço da Pedra Branca era ocupada por grandes engenhos de açúcar, que, juntos com outros equipamentos do sistema açucareiro, constituíam a paisagem local (OLIVEIRA, 2005 *apud* FERNANDEZ, 2009). A região hoje ocupada pela Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica compreende a área do antigo Engenho Nossa Senhora dos Remédios (parte da Fazenda do Camorim) que, durante o final do século XVIII e início do XX, sofreu muitos desmembramentos e passou a ser objeto de disputas judiciais por famílias que disputavam o controle da propriedade.

Em 1912 o governo desapropriou o engenho para dar lugar às atividades de duas antigas colônias para doentes mentais, sendo a Colônia Juliano Moreira oficialmente inaugurada em 1924, no modelo de colônia agrícola. A partir de 1940, a Colônia passou por uma grande expansão e em 1951 abrigava cerca de 3.800 internos (VENÂNCIO, 2004). Contava com um conjunto de unidades hospitalares e utilizava como um de seus recursos terapêuticos a praxiterapia (terapia através do trabalho), que contava com atividades ligadas à lavoura de cereais e hortaliças, pecuária e pequenas indústrias, com destaque para artefatos de vime e de colchões (VENÂNCIO, 2004). No começo dos anos de 1980, a Colônia Juliano Moreira iniciou uma mudança no seu modelo assistencial em conformidade com a Reforma Psiquiátrica, e, com a criação do Sistema Único de Saúde (SUS), houve a extinção dos hospitais psiquiátricos em 1988 e sua substituição por outros métodos de assistência (BRASIL, 2005).

Na década de 1990, com o crescimento e expansão principalmente dos bairros de Curicica e Taquara, intensificaram-se as ocupações sobre o limite leste da antiga Colônia. Atualmente são seis comunidades de grande densidade populacional: Antiga Creche, Área

Verde, Dois Irmãos, Entre Rios, Vila Arco-Íris e Vale do Ipê (VENÂNCIO; POTENGY, 2015).

O processo de fechamento e municipalização da antiga Colônia, iniciado em 1996, terminou com a sua divisão, no ano de 2000, em seis grandes setores e o Setor 1 foi concedido à Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). O Campus Fiocruz Mata Atlântica (CFMA) foi implantado em 2003, no Setor 1 da antiga Colônia Juliano Moreira, onde a instituição já desenvolvia, desde o fim dos anos 1990, pesquisas voltadas à produção de fitoterápicos.

O CFMA foi estruturado a partir dos Programas de Implantação e Desenvolvimento do Campus Fiocruz da Mata Atlântica (PDCFMA), com o objetivo de contribuir com o desenvolvimento sustentável e saudável da região, integrando saúde urbana e ambiental. Em 2015 foi inaugurada, no CFMA, a Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), com o propósito de apoiar, estimular e acolher a pesquisa, a inovação, a educação, a disseminação e a divulgação do conhecimento sobre a diversidade socioambiental e a relação entre ambiente e saúde (FIOCRUZ, 2016).

Métodos

Para a realização deste trabalho foram definidos dois sítios e instaladas uma parcela de 250 x 40 m em cada sítio, totalizando dois hectares de área amostral (Figura 2). As parcelas foram instaladas por equipe especializada de topografia. O sítio 1 está localizado no Morro do Outeiro Santo, a uma altitude de ca. 46 m (medição por GPS), no peridomicílio da Comunidade Caminho da Cachoeira. Possui uma declividade média de 33% e está no domínio da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (IBGE, 1992), hoje substituída por manchas de floresta secundária, em meio às residências e vias de circulação e isolada do remanescente de vegetação. Na área, observa-se capim-colonião (*Panicum maximum*) dominando parte do sub-bosque e circulam animais domésticos como cães, gatos, cavalos, porcos e galinhas, e há pequenas hortifruticulturas destinadas à subsistência dos moradores no entorno. O sítio 2 está localizado na planície fluvial do Rio Engenho Novo, no domínio da Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (IBGE, 1992), a uma altitude de ca. 27 m (medição por GPS). Possui declividade média de 9% e está contíguo à floresta do PEPB. A área foi alvo de projeto de restauração ambiental por meio do enriquecimento com mudas de espécies florestais nativas, plantadas nos anos de 2016 e 2017 (VANINI *et al.*, 2011).

As parcelas foram divididas em 100 subparcelas de 10 x 10 m, para facilitar a instalação e a localização das árvores no interior da área de estudo (Figura 3). O critério de inclusão adotado foi o de indivíduos vivos com diâmetro de altura do peito (DAP) \geq 5 cm, a 1,30 m de altura. Foram incluídos os indivíduos lenhosos, incluindo arbustos, arvoretas, árvores e espécies arborescentes. Para indivíduos com múltiplos troncos, os diâmetros foram registrados separadamente, sendo somadas as áreas basais de cada ramificação posteriormente. Para as medidas de DAP, foi utilizada fita métrica e para as estimativas de altura, foram usadas as varas da tesoura de poda (podão), de forma comparativa. As árvores

foram numeradas com placas de alumínio, fixadas com o uso de pregos, com numeração para o fuste principal e as ramificações identificadas com letras. Para a identificação do material botânico coletado foi utilizada a nomenclatura APG IV (2016) e realizadas consultas ao herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), à bibliografia técnica e a especialistas (Figura 4). O material coletado neste estudo foi processado segundo as técnicas usuais de herbário e as exsicatas depositadas no herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RBR/UFRRJ).

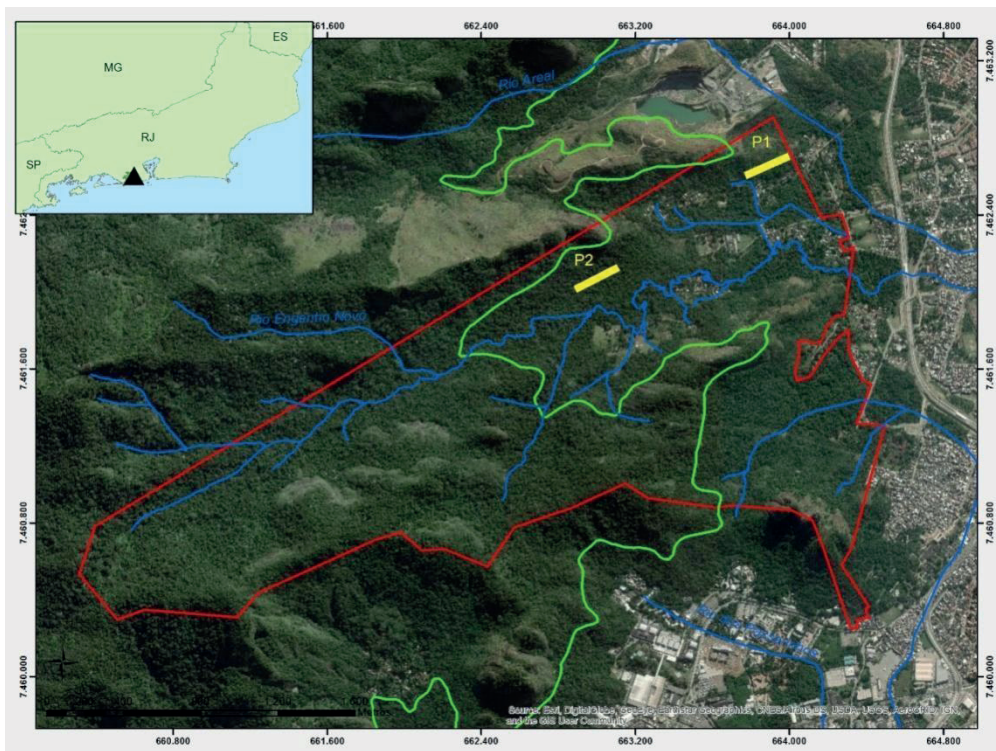


Figura 2. Limites do Campus Fiocruz Mata Atlântica CFMA em vermelho, onde se insere a Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA). A posição das parcelas está destacada em amarelo e o limite do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) em verde. Fonte: modificado do Google Earth.

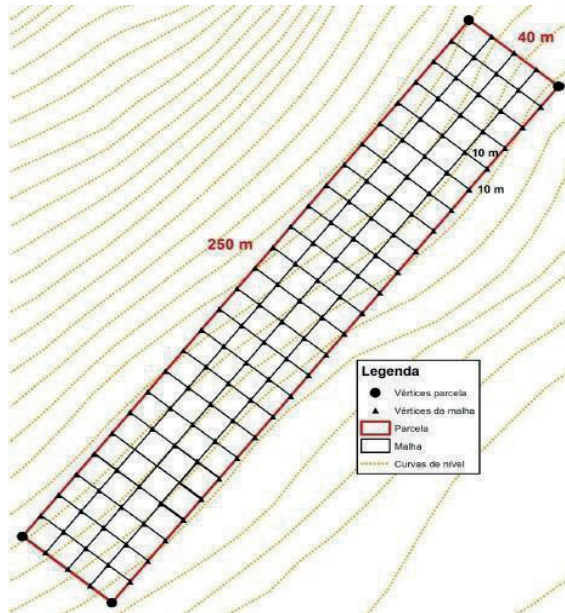


Figura 3. Representação da parcela instalada em dois sítios na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), com suas dimensões (250 x 40 m) e a divisão em 100 subparcelas de 10 x 10 m.



Figura 4. Coleta de material para identificação (A); fixação da placa de alumínio (B); montagem de exsiccatas (C); identificação de exsiccatas através de comparação em herbário (D).

Foram calculados os parâmetros fitossociológicos, a diversidade de Shannon, DAP e altura média dos indivíduos marcados. Além disso, as espécies foram classificadas pelas suas síndromes de dispersão e estágios sucessionais, seguindo Van Der Pijl (1972) e Gandolfi *et al.* (1995), respectivamente.

As fórmulas dos parâmetros fitossociológicos considerados estão abaixo descritas:

a) *Densidade Relativa* (D_{rel}): relação entre a densidade de cada espécie e a densidade total da área, que pode ser representada pela soma de todas as densidades.

$$Dr = \frac{D}{\sum_{i=1}^n D_i} \times 100$$

b) *Dominância Relativa* (Do_{rel}): relação entre a dominância de cada espécie e a dominância total da área.

$$Dor = \frac{Do}{\sum_{i=1}^n Do} \times 100$$

c) Valor de Cobertura: somatório dos parâmetros relativos de densidade e dominância das espécies amostradas.

$$VC = Dr + Dor$$

d) Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H')

$$H' = \frac{\left(N \log N - \sum_{i=1}^S n_i \times \log n_i \right)}{N}$$

Onde:

N: n° total de indivíduos amostrados

n_i: n° de indivíduos amostrados na i-ésima espécie

n: n° de espécies amostradas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Florística

O estudo levantou, nos dois sítios, 1476 indivíduos de 122 espécies, distribuídas em 94 gêneros e 43 famílias. Cento e quinze foram identificadas ao nível de espécie, cinco ao

nível de gênero e duas foram classificadas como morfoespécies (Tabela 1). A riqueza de espécies foi similar à encontrada em outros estudos na Floresta da Pedra Branca, como em Santos *et al.* (2006), que encontraram 120 espécies em 0,7 ha de paleoterritórios de antigas carvoarias, e Solórzano (2006), que encontrou 92 espécies em 0,25 ha na bacia do rio Camorim, e abaixo do obtido por Freire (2010), que levantou 324 espécies nas bacias dos rios Guerengê e Camorim. Considerando outros estudos em Floresta Ombrófila Densa, o valor ficou próximo ao encontrado por Guedes-Bruni *et al.* (2006) em um trecho de mata aluvial na Reserva Biológica Poço das Antas e abaixo do encontrado por Oliveira (2002) em mata de encosta da Ilha Grande, RJ e por Rodrigues (2004), na Floresta de Terras Baixas na Reserva Biológica União.

As famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae (24 spp.), Myrtaceae, (9), Lauraceae (8), Meliaceae (6) e Malvaceae (6) (Figura 5). Estudos realizados na Floresta da Pedra Branca também encontraram Fabaceae, Myrtaceae e Lauraceae entre as famílias mais ricas (SANTOS *et al.* 2006; SOLÓRZANO, 2006; FREIRE, 2010; SALES, 2016). Verifica-se, também, a semelhança da área estudada a outros trechos de Floresta Ombrófila Densa no que se refere à composição de famílias botânicas (GUEDES-BRUNI, 1998; PEIXOTO *et al.*, 2004; CARVALHO *et al.*, 2006; FINOTTI *et al.*, 2012). Carvalho *et al.* (2008) também encontraram esse resultado ao realizarem uma compilação de trabalhos conduzidos na bacia do rio São João, no estado do Rio de Janeiro. Ivanauskas *et al.* (2000) citam Fabaceae, Myrtaceae e Lauraceae como as de maior riqueza na Floresta Atlântica *Sensu Lato*.

Tabela 1. Lista de espécies, organizada por família, encontradas no estudo fitossociológico nos sítios amostrais de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. As colunas S1 e S2 referem-se aos sítios 1 e 2. A síndrome de dispersão (SD) indica as espécies classificadas como anemocóricas (Ane); autocóricas (Aut); barocóricas (Bar); e zoocóricas (Zoo). O grupo ecológico (GE) indica as espécies classificadas como pioneiras (PI); secundárias iniciais (SI); secundárias tardias (ST); climáticas (CL) e sem caracterização (SC). O estado de conservação (EC; Martinelli & Moraes, 2013) indica as espécies em perigo (EN), vulneráveis (VU), quase ameaçadas (NT), pouco preocupantes (LC) e não avaliadas (NE).

Táxon	S1	S2	SD	GE	EC
Achariaceae					
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) A. Gray		x	Bar-Zoo	ST	NE
Anacardiaceae					
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	x	x	Ane	SI	LC
<i>Mangifera indica</i> L.	x		Bar-Zoo		
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	x		Zoo	PI	NE
Annoanaceae					
<i>Annona montana</i> Macfad.		x	Bar-Zoo	SI	NE
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.		x	Zoo	ST	LC
Apocynaceae					

<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	x	x	Zoo	PI	NE
Arecaceae					
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret		x	Zoo	SI	LC
Asteraceae					
<i>Moquiniastrium polymorphum</i> (Less.) G.Sancho	x		Ane	PI	NE
Bignoniaceae					
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	x		Ane	PI	NE
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	x		Ane	ST	LC
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	x		Ane	SI	NE
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.		x	Ane	SI	LC
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	x	x	Ane	SI	NE
Boraginaceae					
<i>Cordia superba</i> Cham.	x		Zoo	SI	NE
Burseraceae					
<i>Protium warmingianum</i> Marchand		x	Zoo	ST	NE
<i>Protium widgrenii</i> Engl.		x	Zoo	ST	NE
Cannabaceae					
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	x		Zoo	PI	NE
Caricaceae					
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.		x	Zoo	ST	LC
Celastraceae					
<i>Monteverdia cestrifolia</i> (Reissek) Biral		x	Zoo	ST	NE
Clusiaceae					
<i>Tovomita leucantha</i> (Schtdl.) Planch. & Triana		x	Bar-Zoo	SI	NE
Combretaceae					
<i>Terminalia acuminata</i> (Allemão) Eichler		x	Ane	ST	EN
Elaeocarpaceae					
<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth.		x	Aut	ST	LC
Erythroxylaceae					
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.		x	Zoo	ST	NE
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	x	x	Zoo	SI	LC
Euphorbiaceae					
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.		x	Zoo	SI	NE
<i>Joannesia princeps</i> Vell.		x	Zoo	SI	LC
Fabaceae					
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. Ex Benth.	x		Ane	SC	
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killipex Record	x	x	Aut	PI	NE
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	x		Ane	SI	NE
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>colubrina</i>	x		Ane	PI	NE
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.		x	Bar-Zoo	SI	NE

<i>Bauhinia forficata</i> Link		x	Aut	SI	NE
<i>Chloroleucon tortum</i> (Mart.) Pittier	x		Bar-Zoo	SI	NT
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	x		Zoo	SI	LC
<i>Inga vera</i> Willd.		x	Zoo	SI	NE
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	x	x	Ane	PI	NE
<i>Machaerium incorruptibile</i> (Vell.) Benth.		x	Ane	SI	NE
<i>Machaerium</i> sp.		x	Ane	SC	
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	x		Ane	PI	NE
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	x		Ane	PI	NE
<i>Mimosa</i> sp.	x		Ane	SC	
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	x		Ane	SI	NE
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	x	x	Ane	PI	LC
<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	x	x	Ane	PI	NE
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	x		Ane	CL	LC
<i>Pseudopiptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis&M.P.Lima		x	Ane	SI	NE
<i>Pseudopiptadenia inaequalis</i> (Benth.) Rauschert		x	Ane	ST	NE
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton		x	Ane	SI	NE
<i>Swartzia langsdorffii</i> Raddi		x	Bar-Zoo	ST	NE
<i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H. C. Lima		x	Ane	ST	NE
Lamiaceae					
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	x		Zoo	PI	NE
Lauraceae					
<i>Aniba firmula</i> (Nees& Mart.) Mez		x	Zoo	SI	NE
<i>Cryptocarya saligna</i> Mez		x	Zoo	ST	NE
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.		x	Zoo	SI	NE
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees		x	Zoo	SI	NE
<i>Ocotea divaricata</i> (Nees) Mez		x	Zoo	ST	NE
<i>Ocotea</i> sp. 1		x	Zoo	SC	
<i>Ocotea</i> sp. 2		x	Zoo	SC	
<i>Urbanodendron verrucosum</i> (Nees) Mez		x	Zoo	ST	LC
Lecythidaceae					
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	x		Ane	ST	NE
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze		x	Ane	CL	EN
Malvaceae					
<i>Ceiba erianthos</i> (Cav.) K.Schum.	x		Ane	ST	NE
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	x	x	Ane	ST	NE
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	x		Ane	PI	NE
<i>Pachira glabra</i> Pasq.	x		Aut	SI	NE
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	x		Ane	SI	LC
<i>Quararibea turbinata</i> (Sw.) Poir.		x	Zoo	ST	NE

Melastomataceae					
<i>Miconia calvescens</i> DC.		x	Zoo	PI	NE
Meliaceae					
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.		x	Ane	ST	EN
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer		x	Zoo	ST	NE
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.		x	Zoo	ST	NE
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.		x	Zoo	ST	LC
<i>Trichilia hirta</i> L.		x	Zoo	SI	LC
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.		x	Zoo	SI	LC
Monimiaceae					
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins		x	Bar-Zoo	ST	NE
<i>Mollinedia</i> sp.		x	Bar-Zoo	ST	
Moraceae					
<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rossberg		x	Zoo	SI	NE
<i>Ficus cyclophylla</i> (Miq.) Miq.		x	Zoo	ST	VU
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.		x	Zoo	SI	NE
Morfo-espécie					
Morfo-espécie 1		x	Zoo	SC	
Morfo-espécie 2		x	Zoo	SC	
Myrtaceae					
<i>Campomanesia schlechtendaliana</i> (O.Berg) Nied.		x	Zoo	SI	LC
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill&L.A.S.Johnson	x		Ane	SC	
<i>Eugenia candolleana</i> DC.		x	Zoo	ST	NE
<i>Eugenia expansa</i> Spring ex Mart.		x	Zoo	ST	NE
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.		x	Zoo	SI	NE
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) Kausel		x	Zoo	ST	NE
<i>Psidium guajava</i> L	x		Zoo	PI	NE
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	x		Zoo	SC	
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston		x	Zoo	SC	
Nyctaginaceae					
<i>Andradea floribunda</i> Allemão		x	Ane	ST	NE
<i>Guapira cf. areolata</i> (Heimerl) Lundell		x	Zoo	SI	NE
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz		x	Zoo	SI	NE
Peraceae					
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. Ex Baill.		x	Zoo	ST	NE
Phyllantaceae					
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão		x	Zoo	SI	NE
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.		x	Zoo	CL	LC
Phytolaccaceae					
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	x	x	Ane	SI	NE

<i>Seguiera langsdorffii</i> Moq.		x	Ane	ST	LC
Piperaceae					
<i>Piper rivinoides</i> Kunth		x	Zoo	ST	NE
Polygonaceae					
<i>Coccoloba cordata</i> Cham.		x	Zoo	SI	NE
<i>Ruprechtia lundii</i> Meisn.		x	Zoo	ST	NE
Rubiaceae					
<i>Bathysa nicholsonii</i> K. Schum.		x	Ane	SI	NE
<i>Chomelia pubescens</i> Cham. & Schldtl.		x	Zoo	SI	NE
<i>Coussarea accedens</i> Müll. Arg.		x	Zoo	ST	NE
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schldtl.		x	Zoo	SI	NE
<i>Psychotria laciniata</i> Vell.		x	Zoo	SI	NE
Rutaceae					
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.		X	Zoo	SI	NE
Salicaceae					
<i>Casearia oblongifolia</i> Cambess.		x	Zoo	SI	NE
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		x	Zoo	SI	NE
<i>Xylosma</i> cf. <i>ciliatifolia</i> (Clos) Eichler		x	Zoo	SI	NE
Sapindaceae					
<i>Allophylus</i> cf. <i>petiolulatus</i> Radlk.		x	Zoo	SI	NE
<i>Allophylus leucocladus</i> Radlk.		x	Zoo	SI	NE
<i>Allophylus racemosus</i> Sw.		x	Zoo	SI	NE
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.		x	Zoo	ST	NE
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	x		Zoo	SI	NE
Sapotaceae					
<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.		x	Zoo	ST	LC
Solanaceae					
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann	x		Zoo	PI	NE
Urticaceae					
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	x	x	Zoo	PI	NE
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	x	x	Zoo	PI	NE
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. Ex Wedd.		x	Zoo	PI	NE
Verbenaceae					
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	x		Zoo	SI	NE

Nas áreas estudadas predominaram espécies classificadas como secundárias iniciais (44,2%), seguidas de secundárias tardias (35,4%), pioneiras (17,7%) e climácicas (2,7%). Esses resultados são parecidos com os obtidos por Sales (2016) na área situada no interior do remanescente da Pedra Branca, no qual 70,3% das espécies foram classificadas como secundárias iniciais ou secundárias tardias, 15,5% como pioneiras e 1,9% como

climáticas.

Quanto às síndromes de dispersão, houve predominância das espécies zoocóricas (56,2%), padrão geral encontrado em florestas de clima tropical úmido (HOWE; SMALLWOOD, 1982). Em seguida predominaram as anemocóricas (29,8%), barocóricas/zoocóricas (9,1%) e autocóricas (4,1%). Carvalho *et al.* (2008) verificou, ao revisar estudos florísticos realizados na bacia do rio São João (RJ), que a zoocoria foi predominante apesar dos indícios de alteração antrópica nas matas estudadas.

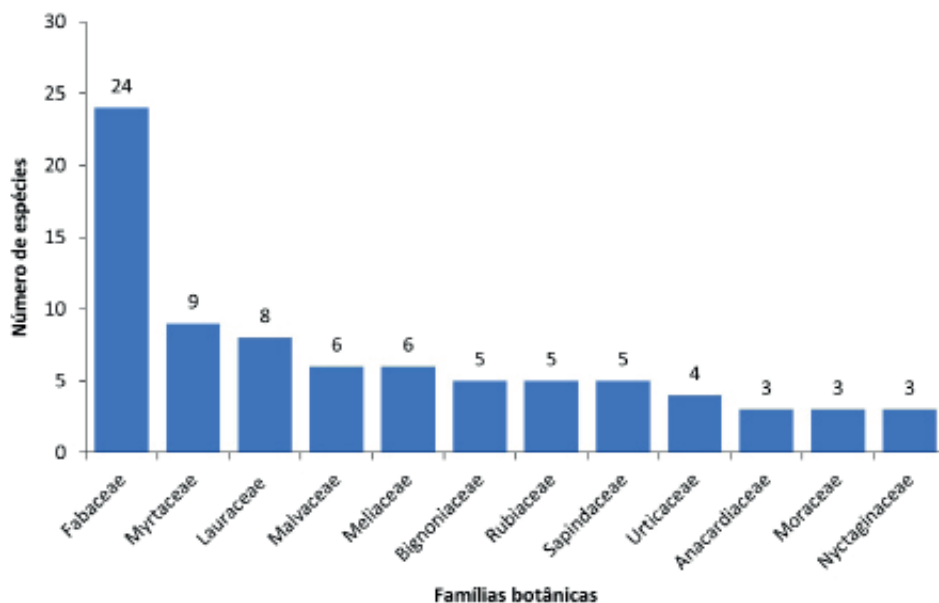


Figura 5. Distribuição das espécies encontradas por família botânica em um trecho de Floresta Ombrófila de Terras Baixas na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

Dentre as 122 espécies registradas neste estudo, quatro estão presentes na Lista de Espécies Ameaçadas CNCFlora (IUCN, 2018-1; Tabela 1), dentre essas: *Terminalia acuminata* (Combretaceae), *Cariniana legalis* (Lecythidaceae), *Cedrela fissilis* (Meliaceae) são classificadas como “em perigo” (EM); e *Ficus cyclophylla* (Moraceae) é classificada como “vulnerável” (VU); *Chloroleucon tortum* (Fabaceae) é classificada como “quase ameaçada” (NT); 17% (21) estão como “pouco preocupante” (LC); 69% (84 spp.) são classificadas como “não avaliada quanto à ameaça” (NE) e 10% (12 spp.) não foram classificadas neste trabalho. Esse dado reforça a importância da conservação da vegetação do remanescente, mesmo em trechos de regeneração mais recente e próximos a áreas de borda de mata.

Estrutura e fitossociologia

Sítio 1: no sítio 1 foram identificadas 42 espécies, 37 gêneros e 17 famílias. O número de espécies encontrado difere de outros trabalhos realizados na Floresta da Pedra Branca (FREIRE, 2010; SANTOS *et al.*, 2006; SOLÓRZANO, 2006) e assemelha-se a estudos desenvolvidos em fragmentos de vegetação secundária e periurbana tanto em trechos de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (SANTANA *et al.* 2004), Submontana (GUAPYASSÚ, 1994) e Floresta Ombrófila Mista Alto Montana (PEREIRA-SILVA *et al.*, 2007). Oliveira (2002), ao estudar matas secundárias de encosta, de 5 e 25 anos, encontrou 26 e 70 espécies, respectivamente. Em comum, em poucos anos essas áreas apresentam alguma regeneração e estão em áreas urbanas, periurbanas ou trechos de borda, ou situadas em pequenos fragmentos.

As famílias mais ricas foram Fabaceae (14 spp.), Malvaceae (5), Bignoniaceae (4), Anacardiaceae (3) e Myrtaceae (3). Fabaceae foi a família mais abundante com 321 indivíduos, perfazendo mais da metade dos indivíduos amostrados. Ressalta-se a relevância de Asteraceae, representada apenas por *Moquiniastrium polymorphum*, espécie mais abundante com 137 indivíduos (23%), que pode ser explicada pela recorrência de incêndios na área estudada (observação pessoal), já que apresenta alto grau de resistência ao fogo (SANCHÉZ-TAPIA, 2011).

A estrutura fitossociológica demonstrou grande dominância específica, ficando a densidade (47%) e o Valor de Cobertura (53%) concentrados nas duas primeiras espécies (Tabela 2). A espécie de maior VC foi *Anadenanthera colubrina*, com 116 indivíduos e área basal total de 5,5 m². Conhecida como angico, tem ampla distribuição nos biomas brasileiros (MORIM, 2022) e é comum em florestas secundárias (CARVALHO, 2002). Em seguida, as espécies com maior VC foram *Moquiniastrium polymorphum*, *Machaerium hirtum* e *Mimosa caesalpiniiifolia*, espécies pioneiras, e *Syzygium cumini*, conhecida como jamelão, uma espécie naturalizada (PIZZARDO; ANTONICELLI, 2022), comum em pomares e áreas de peridomicílio.

Os resultados demonstram a grande abundância de indivíduos de síndrome de dispersão anemocórica, dado que pode estar relacionado ao grau de antropização da área, uma vez que a zoocoria é padrão geral para florestas de clima tropical úmido e a anemocoria tende a predominar em locais de clima seco (HOWE; SMALLWOOD, 1982).

Apesar dos indícios de perturbação desse sítio, foram amostrados 17 indivíduos de *Chloroleucon tortum*, espécie classificada como NT (quase ameaçada). A espécie é restrita a áreas de restinga e matas em solos arenosos ao longo da costa do Rio de Janeiro e baías da Região dos lagos, ambientes sob intensa degradação e pressão antrópica, por isso sua condição de quase ameaçada (CNCFLORA, 2022).

O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') foi de 2,65, refletindo a baixa riqueza e alta dominância de espécies. O valor é menor do que aqueles encontrados em

outros levantamentos na Floresta da Pedra Branca, como 5,09 por Freire (2010), 4,13 por Solórzano (2006) e 3,05 e 3,66 por Sales (2016). Já Solórzano *et al.* (2005) obtiveram valor de diversidade de 2,19 em uma área de fundo de vale no remanescente, enquanto Santana *et al.* (2004) encontraram valores de diversidade de 0,85; 2,63 e 3,11 para três fragmentos secundários na cidade do Rio de Janeiro. Fonseca e Carvalho (2012) encontraram valor de diversidade de Shannon de 2,82 em um fragmento urbano no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (MG). A baixa diversidade neste sítio pode ser explicada por seu histórico de uso e pressão antrópica a que está submetido, sendo um padrão observado em florestas tropicais urbanas, no qual a riqueza e a diversidade tendem a ser comprometidas (MCKINNEY, 2008)

O DAP e a altura média foram de 13,4 cm (\pm 9,9 cm) e de 7,2 m (\pm 3 m), respectivamente, e a área basal foi de 12,9 m²/ha. A densidade de 597 indivíduos/ha é baixa quando comparada a resultados de outros estudos na Floresta Ombrófila Densa, como os realizados na Floresta da Pedra Branca, que encontraram valores entre 933 e 1800 ind/ha (SOLÓRZANO *et al.*, 2005; SOLÓRZANO, 2006; SANTOS *et al.*, 2006; FREIRE, 2010; SALES, 2016). Oliveira (2006) encontrou, em áreas de diferentes idades (5, 25 e 50 anos e clímax) na Ilha Grande, RJ, valores de densidade entre 1915 e 2784 ind/ha. Já Santana *et al.* (2004) obtiveram valores de 460, 1090 e 700 ind/ha em três florestas urbanas da cidade do Rio de Janeiro, com idades entre 20 e 35 anos. Esses resultados são compatíveis com os encontrados neste estudo, demonstrando a influência do grau de perturbação da área sobre a estrutura da vegetação.

A distribuição diamétrica dos indivíduos do sítio 1 apresentou o padrão de J invertido, curva decrescente em que o número de árvores diminui em sucessivas classes de diâmetro (Figura 6). Na primeira classe de diâmetro (5,0–9,9) ocorreram 49,2% das árvores amostradas. Apenas sete árvores tiveram DAP acima de 50 cm, dentre essas cinco *Anadenathera colubrina* (angico), uma de *Corymbia citriodora* (eucalipto) e uma *Syzygium cumini* (jamelão), este com o maior diâmetro registrado, de 75,7 cm. Destaca-se que jamelão e eucalipto não são espécies nativas e o angico é uma secundária inicial comum em áreas antropizadas. Esses resultados sugerem uma comunidade jovem, com maior densidade de indivíduos finos, uma vez que o grau de regeneração da mata pode estar associado à sua estrutura de tamanho (CONDIT *et al.*, 1998). Nunes *et al.* (2003) encontraram maior densidade de árvores finas e baixas em setores mais perturbados da floresta.

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no sítio 1, em trecho de floresta secundária da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. As espécies estão ordenadas de forma decrescente, de acordo com o valor de cobertura (VC), onde densidade absoluta (Da), dominância absoluta (DoA), densidade relativa (Dr), dominância relativa (DoR), valor de cobertura (VC) e percentual de valor de cobertura (VC%).

Taxon	Da	DoA	Dr	DoR	VC	VC %
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	116	5,5	19,4	43,0	62,4	31%
<i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less.) G. Sancho	137	2,6	22,9	20,2	43,2	22%
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stellfeld	85	0,6	14,2	4,4	18,7	9%
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	43	0,9	7,2	6,6	13,9	7%
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	5	0,9	0,8	7,2	8,1	4%
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	22	0,5	3,7	3,7	7,4	4%
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	17	0,2	2,8	1,5	4,3	2%
<i>Psidium guajava</i> L.	22	0,1	3,7	0,6	4,3	2%
<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	13	0,2	2,2	1,7	3,9	2%
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	10	0,2	1,7	1,8	3,4	2%
<i>Chloroleucon tortum</i> (Mart.) Pittier	17	0,1	2,8	0,4	3,3	2%
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	14	0,1	2,3	0,9	3,2	2%
<i>Corymbia citriodora</i> (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson	1	0,4	0,2	2,8	3,0	1%
<i>Cecropia glaziovii</i> Sneath.	11	0,1	1,8	1,1	2,9	1%
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	6	0,1	1,0	0,8	1,8	1%
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	8	0,0	1,3	0,3	1,7	1%
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	7	0,0	1,2	0,3	1,5	1%
<i>Ceiba erianthos</i> (Cav.) K.Schum.	5	0,0	0,8	0,2	1,1	1%
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	5	0,0	0,8	0,2	1,0	1%
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A.Robyns	4	0,0	0,7	0,2	0,9	0%
<i>Cybistax antisiphilitica</i> (Mart.) Mart.	4	0,0	0,7	0,2	0,8	0%
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	4	0,0	0,7	0,2	0,8	0%
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	4	0,0	0,7	0,1	0,8	0%
<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	4	0,0	0,7	0,1	0,8	0%
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	3	0,0	0,5	0,3	0,8	0%
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	3	0,0	0,5	0,2	0,7	0%
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	3	0,0	0,5	0,2	0,7	0%
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	3	0,0	0,5	0,1	0,6	0%
<i>Acacia auriculiformis</i> A. Cunn. ex Benth.	2	0,0	0,3	0,1	0,4	0%
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	2	0,0	0,3	0,1	0,4	0%
<i>Mimosa</i> sp.	2	0,0	0,3	0,1	0,4	0%
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	2	0,0	0,3	0,1	0,4	0%

<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>colubrina</i>	2	0,0	0,3	0,0	0,4	0%
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	2	0,0	0,3	0,0	0,4	0%
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	2	0,0	0,3	0,0	0,4	0%
<i>Pachira glabra</i> Pasq.	1	0,0	0,2	0,1	0,2	0%
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	1	0,0	0,2	0,1	0,2	0%
<i>Mangifera indica</i> L.	1	0,0	0,2	0,0	0,2	0%
<i>Athenaea fasciculata</i> (Vell.) I.M.C. Rodrigues & Stehmann	1	0,0	0,2	0,0	0,2	0%
<i>Handroanthus roseo-albus</i> (Ridl.) Mattos	1	0,0	0,2	0,0	0,2	0%
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	1	0,0	0,2	0,0	0,2	0%
<i>Cordia superba</i> Cham.	1	0,0	0,2	0,0	0,2	0%

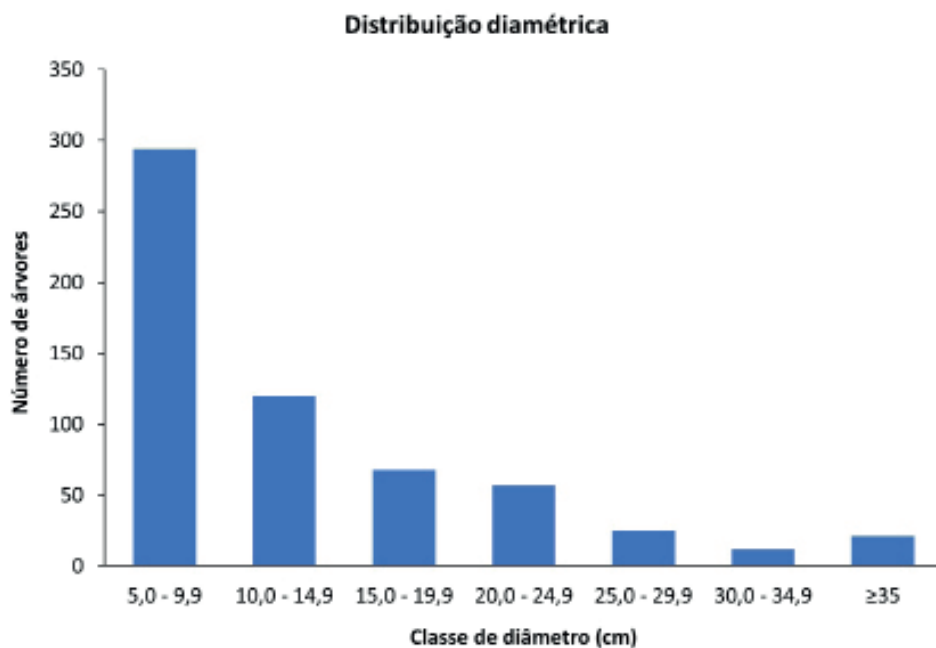


Figura 6. Distribuição diamétrica das árvores no sítio 1, localizada em área de peridomicílio da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

Sítio 2: no sítio 2 foram amostradas 92 espécies, 71 gêneros e 36 famílias. A riqueza se aproxima ao encontrado por Solórzano (2006) na Floresta da Pedra Branca e por Guedes-Bruni *et al.* (2006) em uma floresta de baixada na Rebio Poço das Antas. As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (14 spp.), Lauraceae (8), Meliaceae (6), Myrtaceae (6) e Rubiaceae (5). Fabaceae e Lauraceae estão entre as famílias mais ricas nos encontradas por Santos *et al.* (2006), Solórzano (2006), Freire (2010) e Sales (2016)

na Floresta da Pedra Branca.

Destaca-se a abundância de Meliaceae, com 277 indivíduos, sendo *Trichilia casaretti* (119) a espécie mais abundante nesse sítio, representando 14% do total. *Guarea guidonia* apresentou maior o VC, devido à alta área basal obtida para a espécie (17,7 m²), seguida de *Gallesia integrifolia*, *Andradea floribunda*, *Alchornea glandulosa*, *Trichilia casaretti* e *Terminalia acuminata* (Tabela 3). Sales (2016), estudando áreas da vertente sul da Pedra Branca, encontrou *G. guidonia* e *T. casaretti* como espécies mais abundantes. Segundo o autor, *G. guidonia* pode ser considerada espécie indicadora do histórico de intervenção antrópica sobre o ambiente florestado, uma vez que é caracterizada como pioneira/secundária inicial e tem elevada longevidade, conforme também sugerido por Solórzano (2006), que a classificou como secundária inicial. Resultados obtidos por Gandra *et al.* (2011) indicam que *G. guidonia* foi a espécie de maior abundância e Valor de Importância (VI) em áreas de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Submontana com histórico recente de uso e exploração relacionado ao cultivo de cana-de-açúcar na baixada e café nas partes mais elevadas, substituído pelo cultivo da banana, que vem sendo manejado até os dias atuais.

O Índice de Diversidade de Shannon-Weaver (H') foi igual a 3,66, resultado que se aproxima daqueles encontrados em estudos na Pedra Branca (SOLÓRZANO *et al.*, 2005; SALES, 2016). As espécies enquadradas em algum grau de ameaça foram *Cariniana legalis* (N = 5), *Cedrela fissilis* (1) e *Terminalia acuminata* (52), classificadas como EN e *Ficus cyclophylla* (1), classificada como VU.

O DAP e a altura média foram de 15,2 cm (\pm 16,8 cm) e 9,7 m (\pm 5,6 m), respectivamente, e a área basal de 37 m²/ha. A densidade foi de 879 indivíduos/ha, compatível com resultados obtidos em outros levantamentos na Pedra Branca. Dentre esses, Sales (2016) encontrou densidade de 933 ind/ha em um trecho de Terras baixas, em meia encosta, e 1080 ind/ha em uma área de fundo de vale. Solórzano *et al.* (2005) encontraram densidade de 1016 ind/ha em um trecho de mata de fundo de vale e Santos *et al.* (2006) obtiveram 1225,7 ind/ha em uma área de floresta submontana na bacia do rio Caçambé. Já Solórzano *et al.* (2005), em um trecho de divisor de drenagem também na bacia do rio Caçambé, e Freire (2010), na bacia do rio Camorim, encontraram valores mais elevados de densidade, 1800 e 1554,6 ind/ha, respectivamente. Diversos fatores podem influenciar esses resultados, tais como a idade, o histórico de uso da área, conectividade com o remanescente e uso atual da terra.

A distribuição dos indivíduos por classe de diâmetro acompanhou o padrão J invertido (Figura 7), sendo que 55,2% dos indivíduos estavam dentro da primeira classe de diâmetro, demonstrando que há muitos indivíduos em recrutamento no sub-bosque. Considerando que florestas em estágios mais iniciais de regeneração apresentam maior densidade de árvores finas (NUNES *et al.*, 2003), esse dado sugere que a área está em processo de regeneração.

Tabela 3. Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no sítio 2, em trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. As espécies estão ordenadas de forma decrescente, de acordo com o valor de cobertura (VC), onde densidade absoluta (Da), dominância absoluta (DoA), densidade relativa (Dr), dominância relativa (DoR), valor de cobertura (VC) e percentual de valor de cobertura (VC%).

Taxon	Da	DoA	Dr	DoR	VC	VC%
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	83	17,78	9,44	48,17	57,62	29%
<i>Trichilia casaretti</i> C.DC.	119	1,20	13,54	3,25	16,78	8%
<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	30	4,57	3,41	12,39	15,80	8%
<i>Terminalia acuminata</i> (Allemão) Eichler	52	1,17	5,92	3,17	9,09	5%
<i>Andradea floribunda</i> Allemão	24	1,96	2,73	5,32	8,05	4%
<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	55	0,51	6,26	1,39	7,64	4%
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	13	1,29	1,48	3,49	4,97	2%
<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) J.F.Macbr.	9	1,17	1,02	3,16	4,19	2%
<i>Mollinedia schottiana</i> (Spreng.) Perkins	32	0,10	3,64	0,28	3,92	2%
<i>Sparattosperma leucanthum</i> (Vell.) K.Schum.	7	1,15	0,80	3,10	3,90	2%
<i>Coussarea accedens</i> Müll.Arg.	27	0,28	3,07	0,75	3,82	2%
<i>Psychotria stenocalyx</i> Müll.Arg.	29	0,08	3,30	0,22	3,52	2%
<i>Tovomitia leucantha</i> (Schtdl.) Planch. & Triana	24	0,16	2,73	0,44	3,17	2%
<i>Guatteria australis</i> A.St.-Hil.	21	0,22	2,39	0,59	2,98	1%
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	15	0,44	1,71	1,19	2,90	1%
<i>Trichilia lepidota</i> Mart.	18	0,21	2,05	0,56	2,61	1%
<i>Nectandra membranacea</i> (Sw.) Griseb.	16	0,29	1,82	0,78	2,60	1%
<i>Casearia oblongifolia</i> Cambess.	19	0,15	2,16	0,42	2,58	1%
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	18	0,17	2,05	0,45	2,50	1%
<i>Monteverdia cestrifolia</i> (Reissek) Biral	16	0,12	1,82	0,33	2,15	1%
<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	16	0,08	1,82	0,21	2,03	1%
<i>Piper rivinoides</i> Kunth	16	0,06	1,82	0,15	1,97	1%
<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton	3	0,57	0,34	1,55	1,90	1%
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	5	0,46	0,57	1,25	1,82	1%
<i>Pseudopiptadenia inaequalis</i> (Benth.) Rauschert	6	0,36	0,68	0,98	1,66	1%
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	2	0,50	0,23	1,37	1,60	1%
<i>Psychotria leiocarpa</i> Cham. & Schtdl.	12	0,03	1,37	0,08	1,45	1%
<i>Allophylus leuocladus</i> Radlk.	11	0,04	1,25	0,11	1,37	1%
<i>Allophylus</i> cf. <i>petiolulatus</i> Radlk.	10	0,04	1,14	0,11	1,25	1%
<i>Guapira</i> cf. <i>areolata</i> (Heimerl) Lundell	8	0,07	0,91	0,20	1,11	1%
<i>Miconia calvescens</i> DC.	8	0,04	0,91	0,11	1,02	1%
<i>Piptadenia paniculata</i> Benth.	4	0,20	0,46	0,55	1,00	1%
<i>Ocotea divaricata</i> (Nees) Mez	8	0,03	0,91	0,08	0,99	0%

<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	7	0,04	0,80	0,12	0,92	0%
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	5	0,08	0,57	0,22	0,79	0%
<i>Carpotroche brasiliensis</i> (Raddi) A Gray	6	0,03	0,68	0,09	0,77	0%
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger et al.	5	0,07	0,57	0,20	0,77	0%
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.	5	0,07	0,57	0,20	0,76	0%
<i>Pseudoptadenia contorta</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	6	0,03	0,68	0,08	0,76	0%
<i>Sloanea hirsuta</i> (Schott) Planch. ex Benth.	5	0,06	0,57	0,17	0,74	0%
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	5	0,06	0,57	0,16	0,73	0%
<i>Machaerium incorruptibile</i> (Vell.) Benth.	4	0,07	0,46	0,20	0,66	0%
<i>Bauhinia forficata</i> Link	5	0,03	0,57	0,09	0,66	0%
<i>Inga vera</i> Willd.	5	0,02	0,57	0,05	0,62	0%
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott) Burret	4	0,06	0,46	0,16	0,62	0%
<i>Allophylus sericeus</i> (Cambess.) Radlk.	4	0,06	0,46	0,16	0,61	0%
<i>Chrysophyllum flexuosum</i> Mart.	4	0,05	0,46	0,14	0,59	0%
<i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip ex Record	4	0,05	0,46	0,13	0,58	0%
<i>Quararibea turbinata</i> (Sw.) Poir.	4	0,03	0,46	0,07	0,53	0%
<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rossberg	4	0,01	0,46	0,03	0,48	0%
<i>Tachigali paratyensis</i> (Vell.) H.C.Lima	3	0,05	0,34	0,12	0,46	0%
<i>Aniba firmula</i> (Nees & Mart.) Mez	3	0,03	0,34	0,09	0,44	0%
<i>Cryptocarya saligna</i> Mez	3	0,01	0,34	0,04	0,38	0%
<i>Nectandra oppositifolia</i> Nees	3	0,01	0,34	0,03	0,37	0%
<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	3	0,01	0,34	0,02	0,36	0%
<i>Machaerium hirtum</i> (Vell.) Stelfeld	2	0,05	0,23	0,12	0,35	0%
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	1	0,08	0,11	0,21	0,32	0%
<i>Ruprechtia lundii</i> Meisn.	2	0,03	0,23	0,08	0,31	0%
<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil.) Ravenna	2	0,02	0,23	0,05	0,28	0%
<i>Plinia cauliflora</i> (Mart.) O.Berg	2	0,01	0,23	0,04	0,27	0%
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	1	0,05	0,11	0,14	0,25	0%
<i>Campomanesia schlechtendaliana</i> (O.Berg) Nied.	2	0,01	0,23	0,02	0,25	0%
<i>Ocotea</i> sp.1	2	0,01	0,23	0,02	0,25	0%
<i>Ocotea</i> sp.2	2	0,01	0,23	0,02	0,25	0%
<i>Eugenia candolleana</i> DC.	2	0,01	0,23	0,02	0,24	0%
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	2	0,01	0,23	0,02	0,24	0%
<i>Protium warmingianum</i> Marchand	1	0,03	0,11	0,07	0,18	0%
<i>Coccoloba cordata</i> Cham.	1	0,02	0,11	0,06	0,17	0%
<i>Machaerium</i> sp.	1	0,01	0,11	0,04	0,15	0%
<i>Trichilia hirta</i> L.	1	0,01	0,11	0,04	0,15	0%

<i>Cecropia pachystachya</i> Trécup	1	0,01	0,11	0,04	0,15	0%
<i>Bathysa nicholsonii</i> K.Schum.	1	0,01	0,11	0,04	0,15	0%
<i>Swartzia langsdorffii</i> Raddi	1	0,01	0,11	0,03	0,15	0%
<i>Seguieria langsdorffii</i> Moq.	1	0,01	0,11	0,02	0,13	0%
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth.	1	0,01	0,11	0,02	0,13	0%
<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	1	0,01	0,11	0,02	0,13	0%
<i>Eugenia expansa</i> Spring ex Mart.	1	0,01	0,11	0,02	0,13	0%
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	0,00	0,11	0,01	0,13	0%
<i>Protium widgrenii</i> Engl.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Ficus cyclophylla</i> (Miq.) Miq.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Erythroxylum pulchrum</i> A.St.-Hil.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
Morfo - espécie 1	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Chomelia pubescens</i> Cham. & Schtdl.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Annona montana</i> Macfad.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Urbanodendron verrucosum</i> (Nees) Mez	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
Morfo - espécie 2	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Xylosma cf. ciliatifolia</i> (Clos) Eichler	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Mollinedia</i> sp.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	1	0,00	0,11	0,01	0,12	0%

Distribuição diamétrica

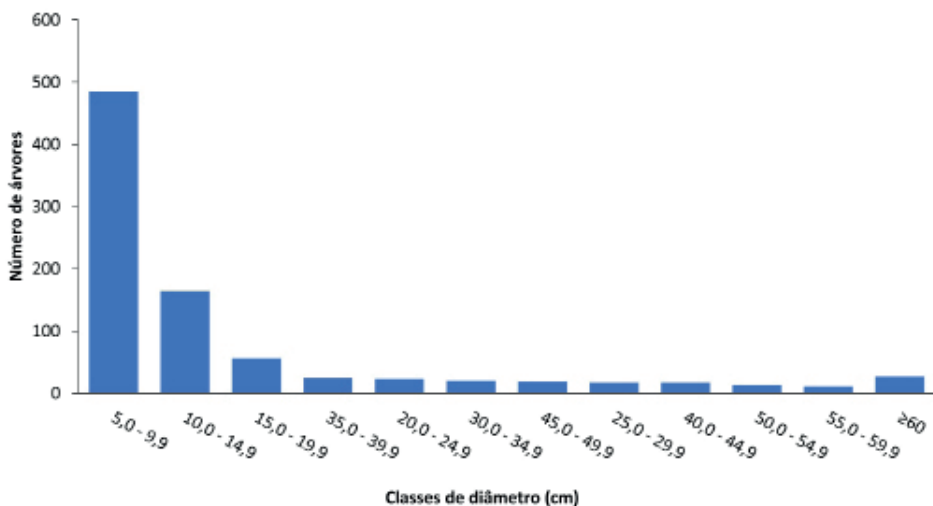


Figura 7. Distribuição diamétrica das árvores no sítio 2, na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

Comparação entre Sítios: os valores de riqueza, diversidade, densidade, área basal, DAP e altura média foram menores no sítio 1 em comparação com o sítio 2. Em relação à composição de espécies, 83 (68%) foram exclusivas do sítio 2; 31 (25,4%) foram exclusivas do sítio 1; e 11 (9%) foram comuns aos dois sítios. O alto número de espécies exclusivas indica grande heterogeneidade florística entre as áreas e, entendendo a sucessão como um processo em que há aumento da complexidade estrutural, diversidade e biomassa (ODUM, 1969), a mata de transição (sítio 2) encontra-se em estágio mais avançado de sucessão secundária.

Quanto à classificação das espécies em grupos ecológicos (Tabela 4, Figura 8), as pioneiras representaram 48,7% das espécies no sítio 1 e apenas 9,2% das espécies no sítio 2. As secundárias iniciais e tardias representaram 37,8 e 10,8% das espécies no sítio 1 e 46,0 e 42,5% no sítio 2, respectivamente. O sítio 1 se assemelha a trechos de mata em processo inicial de regeneração como os estudados por Santana *et al.* (2004), que encontraram, em florestas secundárias na cidade do Rio de Janeiro, 39% de secundárias iniciais e 23% de pioneiras. No trecho de floresta do remanescente, localizado na borda de mata, estudado por Sale (2016), 18,6% das espécies foram classificadas como pioneiras, 34,9% como secundária inicial, 20,9% como secundária tardia e nenhuma climácica. Já os resultados encontrados para o sítio 2 corroboram os obtidos em áreas de interior de floresta estudadas por Sales (2016) e Freire (2010) na Pedra Branca. A elevada abundância de espécies pioneiras observadas no sítio 1 pode estar associada ao alto nível de degradação proporcionado por perturbações antrópicas (NASCIMENTO *et al.*, 1999).

Em relação à síndrome de dispersão, predominaram no sítio 1 as espécies anemocóricas, dispersadas pelo vento, representando 54,8% das espécies. Já no sítio 2, predominaram as espécies zoocóricas (63,4%), dispersadas por animais (Tabela 5, Figura 9). Segundo Rudge (2008) em áreas onde a borda é extensa, pode haver grande entrada de vento facilitando a dispersão anemocórica e sujeitando o ambiente a uma forte dessecação. Cordeiro e Howe (2001) encontraram um aumento significativo de espécies não dispersadas por animais em fragmentos pequenos em relação aos maiores. Dessa forma, ambientes menos perturbados ou com maior disponibilidade de habitats tendem a abrigar maior número de espécies zoocóricas.

Tendo em vista que a avaliação de características como a densidade, área basal, estrutura de tamanhos, diversidade e composição de guildas de regeneração, estratificação e dispersão podem ser bons indicadores do grau de perturbação experimentada pela floresta no passado e do seu estágio sucessional (NUNES *et al.*, 2003), os resultados demonstram que a mata do sítio 1 é mais jovem e perturbada que a do sítio 2. Os resultados estão de acordo com o esperado tendo em vista o gradiente de antropização que se observa na região peridomiciliar em direção à floresta.

Além disso, a natureza das intervenções pode ter papel tão significativo quanto à idade e o tipo de solo a que as comunidades estão submetidas (BUDOWSKI, 1965).

Dessa forma, é preciso dar destaque à história ambiental da vegetação estudada, uma vez que o tipo de intervenção experimentado pelo ambiente pode influenciar no seu processo sucessional, assim como na estrutura e composição de espécies.

Tabela 4. Percentual de espécies classificadas de acordo com o grupo ecológico encontradas nos diferentes sítios na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

Local	PI	SI	ST	Clímax
Geral	17,7	44,2	35,4	2,7
Sítio 1	48,7	37,8	10,8	2,7
Sítio 2	9,20	46,0	42,5	2,3

Tabela 5. Percentual de espécies classificadas de acordo com a síndrome de dispersão encontradas nos diferentes sítios estudados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

Local	Zoo	Anemo	Baro	Baro-zoo	Auto
Geral	56,2	29,8	0,8	9,1	4,1
Sítio 1	33,3	54,8	2,4	2,4	7,1
Sítio 2	63,4	22,2	-	11,1	3,3

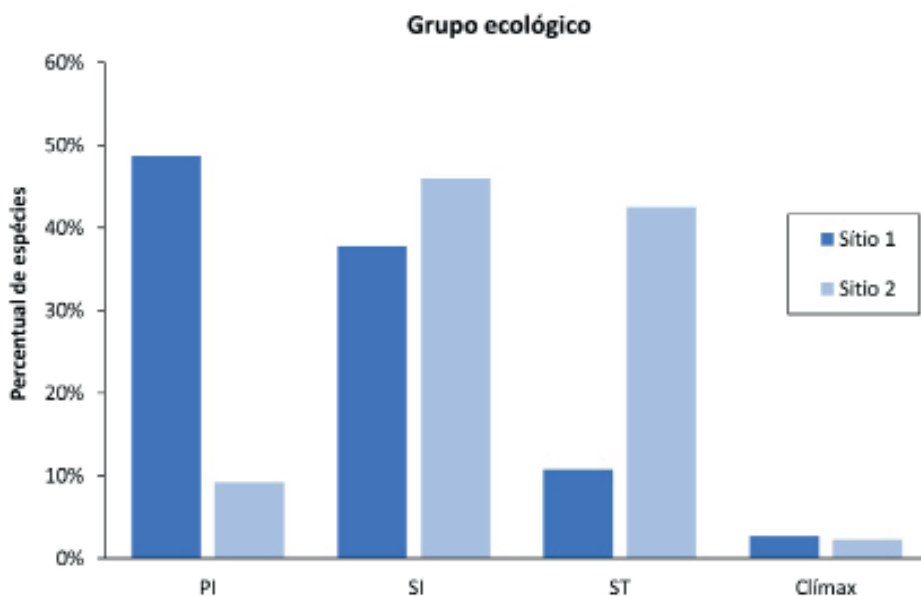


Figura 8. Distribuição das espécies quanto ao grupo ecológico, nos dois sítios estudados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Abreviações: Pi = pioneira; Si = secundária inicial e St = secundária tardia.

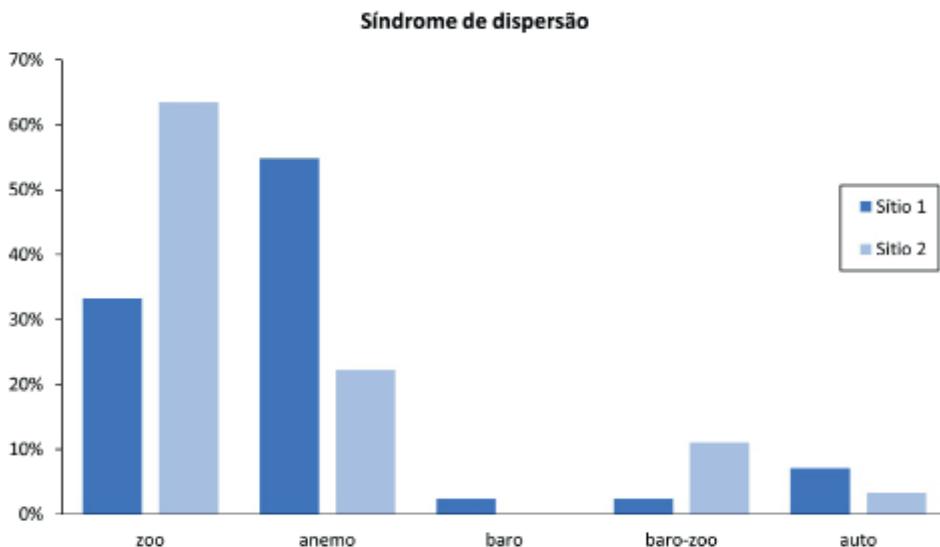


Figura 9. Distribuição das espécies quanto à síndrome de dispersão, nos dois sítios estudados na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Abreviações: Zoo = zoocórica; Anemo = Anemocórica; Baro = barocórica; Baro-zoo = barocórica e zoocórica; e Auto = autocórica.

CONCLUSÕES

A composição florística e estrutura das áreas estudadas sugerem que os sítios analisados estão em estágio médio de regeneração e que apresentam baixa riqueza e diversidade quando comparados a outros ambientes mais preservados, de Floresta Ombrófila Densa, dentro e fora da Floresta da Pedra Branca. O sítio 2 apresentou características de floresta em estágio mais avançado em relação ao sítio 1. Esses resultados estão relacionados tanto ao histórico de uso dessas áreas, quanto com o nível de perturbação a que estão sujeitas atualmente, fatores que condicionam a estrutura e a florística desses ambientes, sendo de grande relevância a conectividade que o sítio 2 apresenta com a Floresta da Pedra Branca.

REFERÊNCIAS

APG IV. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, 181 (1): 1–20. 2016.

ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Composição florística e fitossociológica de três áreas de Caatinga de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 55, n. 4, p. 595-607, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. DAPE. Coordenação Geral de Saúde Mental. **Reforma psiquiátrica e política de saúde mental no Brasil**. Documento apresentado à Conferência Regional de Reforma dos Serviços de Saúde Mental: 15 anos depois de Caracas. OPAS. Brasília, novembro de 2005.

BRAUN-BLANQUET, J. Fitossociologia: **bases para el estudio de las comunidades vegetales**. 3. ed. Madrid: Aum. Blume; 1979.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rainforest in the light of sucessional process. **Turrialba**, 15:40-42, 1965.

BURTON, P. J.; A.C. Balinsky, L. P. Coward, S.G. Cummings and D.D. Kneeshaw. The value of managing for biodiversity. **Forestry Chronicle** 68(2): 225-237. 1992.

CAIN, S.A.; Castro, G. M. O. **Manual of vegetation analysis**. Harper & Brothers, New York. 1959.

CÂMARA, I. G. Breve história da conservação da Mata Atlântica. In: GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I.G. (eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Fundação SOS Mata Atlântica/ Conservação Internacional, São Paulo/Belo Horizonte, 2005.

CARVALHO, P. E. R. **Circular Técnica**. Angico-Branco. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Colombo, PR. 2002.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; BRAGA, J. M. A. Composição e riqueza florística do componente arbóreo da Floresta Atlântica submontana na região de Imbaú, município de Silva Jardim, RJ. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 727-740. 2006.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição, riqueza e heterogeneidade da flora arbórea da bacia do rio São João, RJ, Brasil. **Acta bot. bras.** 22(4): 929-940. 2008.

CONDIT, R.; SUKUMAR, R.; HUBBELL, S. P.; Foster, R. B. Predicting population trends from size distribution: a direct test in a tropical tree community. **The American Naturalist** 152(4): 495-509. 1998.

CNCFlora. **Chloroleucon tortum in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2** Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em [http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Chloroleucon tortum](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Chloroleucon_tortum). Acesso em: 17 maio 2022.

CONGDON, R. A.; HERBOHN, J. L. Ecosystem Dynamics of Disturbed and Undisturbed Sites in North Queensland Wet Tropical Rain-Forest .1. Floristic Composition, Climate and Soil Chemistry. **Journal of Tropical Ecology**, Vol. 9, No. 3, pp. 349-363. 1993.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Cia. das Letras. 484 p. 1996.

DURIGAN, G. Métodos para análise de vegetação arbórea. In: CULLEN JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (organizadores). **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba: UFPR; Fundação Boticário de Proteção à Natureza; 2003.

DURIGAN, G.; LEITÃO FILHO, H. F. Florística e fitossociologia de matas ciliares do oeste paulista. **Revista do Instituto Florestal**, 1995; 2(7): 197-239.

FARIAS, C. A. de *et al.* Comparação de métodos de amostragem para análise estrutural de florestas ineqüiâneas. **Rev. Árvore, Viçosa**, v. 26, n. 5, p. 541-548, out. 2002.

FERNANDEZ, A. C. F. **Do sertão carioca ao Parque Estadual da Pedra Branca**: a construção social de uma unidade de conservação à luz das políticas ambientais fluminenses e da evolução urbana do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 373p. 2009.

FINOL, H. Nuevos parâmetros a considerar-se enel análises estructural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, 1971.

FINOTTI, R. **Fragmentos florestais e distúrbios antrópicos**. p.170, 29,7 cm (Instituto de Biologia/ UFRJ, Dr., Ecologia, 2010). Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGE, 2010.

FINOTTI, R.; Kurtz, B. C.; Garay, I. Variação na estrutura diamétrica, composição florística e características sucessionais de fragmentos florestais da bacia do rio Guapiaçu (Guapimirim/Cachoeiras de Macacu, RJ, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, 26(2), pp. 464-475, 2012.

FIOCRUZ, 2016. Fundação Oswaldo Cruz, Presidência. **Portaria nº 522/2016-PR de 23 de maio de 2016**. Dispõe sobre a criação da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica.

FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. **Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de floresta atlântica** (Juiz de Fora, MG, Brasil). **BIOSCI. J.**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 820-832, Sept./Oct. 2012.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2005 – 2008**. Relatório Parcial. Fundação SOS Mata Atlântica / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, 156p, 2008.

FREIRE, J. M. **Fitossociologia e estrutura do componente arbóreo de um remanescente de floresta urbana no maciço da Pedra Branca**. Tese de doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 129p. 2010.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. E. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GANDRA, M. F.; NUNES-FREITAS, A. F.; SCHÜTTE, M. S. Composição Florística do estrato arbóreo em um trecho de Floresta Atlântica na RPPN Porangaba, no município de Itaguaí, Rio de Janeiro. **Floresta Ambient**. 18: 87-97, 2011.

GUEDES-BRUNI, R. R. **Composição, estrutura e similaridade florística de dossel em seis unidades fisionômicas de Mata Atlântica no Rio de Janeiro**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.

- GUEDES-BRUNI, R. R.; PESSOA, S. V. A.; KURTZ, B. C. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um trecho preservado de floresta montana na Reserva Ecológica de Macaé de Cima. In: LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, R. R., editores. **Serra de Macaé de Cima: Diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro; v. 1. 1997.
- GUEDES-BRUNI, R. R.; SILVA-NETO, S. J.; MORIM, M. P. & MANTOVANI, W. Composição florística e estrutura de trecho de floresta ombrófila densa atlântica aluvial na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia** 57:413-428. 2006.
- HOWE, H. F.; Smallwood, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics** 13: 201-228; 1982.
- HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 402 p. 1982.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428 de 2006**, 2008.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, RJ. 1992.
- INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Plano de Manejo do Parque Estadual da Pedra Branca. PELLIN, A; GUIMARÃES, E.S. (coord), 2012.
- IVANAUSKAS, N. M.; MONTEIRO, R.; RODRIGUES, R. R. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Ecology**, 1-2:71-81; 2000.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre laestructuraflorestica de la parte sur-oriental del Bosque Universitario “El caimital”, Estado Barinas. **Rev. For, Venez.**, 7(10-11): 77-119, 1964.
- LIMA, M. P. M. de; Guedes-Brunil, R. R. (org). **Reserva ecológica de Macaé de Cima: Nova Friburgo-RJ: aspectos florísticos das espécies vasculares**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 1996. 465p.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Ed. UNICAMP; 1991.
- MCKINNEY, M. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. **Urban Ecosystems**, New York, v. 11, n. 1, p. 161-176, 2008.
- MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOUREX, J.; FONSECA, G. A. B. **Hotspots revisited**. CEMEX, Mexico City, 392p, 2004.
- MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica** 32: 786-792, 2000.
- MORIM, M. P. **Anadenanthera in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB18071>. Acesso em: 17 maio 2022.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p.853-858, fev. 2000.

- NASCIMENTO, H. E. M.; DIAS, A. da S.; TABANEZ, A. A. J.; VIANA, V. M. Estrutura e dinâmica de populações arbóreas de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual na região de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, 59(2): 329-342. 1999.
- NEPSTAD, D. C.; UHL, C.; PEREIRA, C. A.; SILVA, J. M. C. A comparative study of tree seedling establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazônia. **Oikos**. Vol. 76, No. 1, pp. 25-39. 1996.
- ODUM, E. P. The strategy of ecosystem development. **Science** 164:262-270. 1969.
- OLIVEIRA, R. R. Ação antrópica e resultante sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. **Rodriguésia**, 53, 82, pp. 33-58, 2002.
- PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F.; SILVA, E. Composição florística do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 18(1): 151-160, 2004.
- PIZZARDO, R. C.; ANTONICELLI, M. C. *Syzygium* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB86017>. Acesso em: 17 maio 2022.
- PORTAL FIOCRUZ. Campus Fiocruz Mata Atlântica. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/campus-fiocruz-mata-atlantica>". Acesso em junho de 2020.
- RBMA. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro: CNRBMA. Série Estados e Regiões da RBMA, **Caderno da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. 2003
- REZENDE, C. L.; SCARANO, F. R.; ASSAD, E. D.; JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; STRASSBURG, B. B. N.; TABARELLI, M.; FONSECA, G. A.; MITTERMEIER, R. A. From hotspot do hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 16(4), 208-214. 2018.
- RIBEIRO, M. C., *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation** 142: 1144-1156, 2009
- RODRIGUES, P. J. F. P. **A vegetação da Reserva Biológica União e os efeitos de borda na Mata Atlântica fragmentada**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Norte Fluminense. 2004.
- RODRIGUES, R. R. Análise estrutural das formações ripárias. *In: Anais do I Simpósio Sobre Mata Ciliar*; 1989; São Paulo. Campinas: Fundação Cargil, 1989. p. 99-119.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. *In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. de (eds.). Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: UFV, 1998.
- RUDGE, A. C. **Contribuição da chuva de sementes na recuperação de áreas e do uso de poleiros como técnica catalisadora da sucessão natural**. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.
- SALES, G. P. da S. **No caminho dos carvoeiros: estrutura da floresta em um paleoterritório de exploração de carvão no Maciço da Pedra Branca**, RJ. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia da PUC-Rio. 2016.

SÁNCHEZ-TÁPIA, A. **Regeneração natural e restauração ecológica em capoeiras submontanas de Mata Atlântica submetidas a queimadas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

SANTANA, C. A de A.; LIMA, C. C. D. de; MAGALHÃES, L. M. S. Estrutura horizontal e composição florística de três fragmentos secundários na cidade do Rio de Janeiro. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*. Maringá, v. 26, no. 4, p. 443-451, 2004.

SANTOS, F. V.; Solórzano, A.; GUEDES-BRUNI, R. R.; OLIVEIRA, R. R. de. Composição do estrato arbóreo de um paleoterritório de carvoeiros no Maciço da Pedra Branca, RJ. *Botânica* n. 57, p. 181-192. São Leopoldo, Instituto Anchieta de Pesquisas, 2006.

SMAC. **Espécies Ameaçadas de Extinção no Município do Rio de Janeiro: Flora e Fauna**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2000.

SOLÓRZANO, A. **Composição florística, estrutura e história ambiental em áreas de Mata Atlântica no Parque Estadual da Pedra Branca, Rio de Janeiro**. Dissertação de mestrado, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro/Escola Nacional de Botânica Tropical, 2006.

SOLÓRZANO, A.; OLIVEIRA, R. R. História Ambiental e estrutura de uma floresta urbana. *In*: OLIVEIRA, R. R. (org.) **As marcas do homem na floresta: história ambiental de um trecho urbano de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro, Ed. Puc-Rio. 2005.

SOS MATA ATLÂNTICA E INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica período 2005 – 2008**. Relatório Parcial. Fundação SOS Mata Atlântica / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, 156p, 2009.

STEHMANN, J. R.; FORZA, R. C.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D. P. da; KANINO, L. H. Y. **Plantas da Floresta Atlântica. Rio de Janeiro**: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 516 p. 2009.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 2. ed. Berlim: Springer-Verlag, 1972.

VANINI, A.; COSTA, P. J.; MYNSEN, K. T.; PENNA, M. F. A.; CABRAL, M. C. R.; CARRIONE, R. M.; CONCEIÇÃO, W. L. da. **Projeto de compensação florestal no Campus Fiocruz Mata Atlântica em Jacarepaguá, Rio de Janeiro, RJ**. Processo SMAC nº 0014/201.796/2011.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE, Rio de Janeiro, 123p, 1991.

VENÂNCIO, A. T. A. Colônia Juliano Moreira na década de 1940: política assistencial, exclusão e vida social. *Revista de saúde coletiva* vol. 14 no. 2. Rio de Jan./Jul. /Dez., 2004.

VENÂNCIO, A. T. A.; POTENGY, G. F. **O asilo e a cidade: histórias da Colônia Juliano Moreira**: Org.: VENANCIO, Ana Teresa A.; POTENGY, Gisélia Franco. 1. ed. - Rio de Janeiro: Garamond, 2015.

SEM CHOVER NO MOLHADO! SIMULADORES DE CHUVA COMO FERRAMENTA PARA PESQUISA E ENSINO EM ECOLOGIA

Data de aceite: 13/03/2023

Pedro Henrique Medeiros Rajão

Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

André Tavares Corrêa Dias

Departamento de Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: A chuva é um fenômeno fundamental para o funcionamento dos ecossistemas. Ao interagir com a vegetação, a chuva regula uma série de processos e serviços ecossistêmicos. Dispositivos de simulação de chuva vêm sendo usados em experimentos para estudar como a interação chuva-plantas afeta as espécies, comunidades e ecossistemas. Revisamos a literatura científica para pesquisar com qual frequência ecólogos utilizam os simuladores de chuva em seus estudos e na educação de ciências. Encontramos 2.848 publicações que mencionam as palavras-chave “rainfall

simulat*”, sendo cerca de 22% em jornais e revistas da área de Ecologia. Adicionamos “ecolog*” e captamos somente 64 artigos, sendo 54% de Ecologia. Apenas 5 estudos foram publicados na área de ciências da Educação ou Educação Ambiental. Nossos resultados mostram que é possível explorar mais os simuladores de chuva para estudar a interação da chuva, das espécies e comunidades de plantas com o funcionamento de ecossistemas. Essa ferramenta pode ser bastante útil para detectar as respostas e efeitos das plantas nas comunidades e ecossistemas sobre as diferentes condições de chuva no contexto das mudanças climáticas. Ainda mais, simuladores de chuva podem auxiliar a demonstrar, na prática, teorias ecológicas e problemas ambientais para estudantes e outras pessoas interessadas. Em raríssimas ocasiões, cientistas escreveram sobre essas experiências. Pensando nisso, calibramos um simulador de chuva de baixo custo que, segundo ensaios, emula chuvas de intensidade intermediária a extrema com continuidade e homogeneidade em um raio de ação de 2 m. Ao fim, lançamos ideias de práticas para cientistas e educadores ambientais na divulgação de questões ecológicas com nosso simulador de chuva.

Concluimos que ferramentas simples podem ajudar no avanço da ciência da Ecologia e a sensibilizar pessoas de todas as idades para fenômenos e problemas ambientais, como proteção do solo e produção de água.

INTRODUÇÃO

A chuva é parte do ciclo hidrológico e um fenômeno fundamental para a manutenção do funcionamento dos ecossistemas. A distribuição das chuvas é um fator determinante na variação da composição e estrutura das comunidades de espécies em escala global (CHEN *et al.*, 2020), regional (SUN; CHEN; SU, 2021; GUO *et al.*, 2020) e local (EIGENTLER; SHERRATT, 2020). Por outro lado, as espécies interagem com a chuva, regulando processos ecossistêmicos importantes, como a decomposição (SUN *et al.*, 2020), infiltração e escoamento de água do solo (ZHANG *et al.*, 2021), evapotranspiração (CORREIA FILHO *et al.*, 2020) e estruturação e erosão do solo (TERASSI *et al.*, 2020). Por exemplo, a resposta e o efeito da vegetação nesses processos muitas vezes dependem de medidas realizadas durante ou logo após eventos de chuva que, por sua vez, podem variar em intensidade, duração, tamanho e energia cinética das gotas de água e umidade atmosférica antecedente. É por isso que depender de eventos naturais de chuva e simular toda sua variação se coloca como um desafio.

No meio científico, o uso de simuladores de chuva tem se revelado uma abordagem promissora para o estudo desse fenômeno em condições mais controladas e replicáveis. Simuladores de chuva são dispositivos que tornam possível operacionalizar a chuva em qualquer espaço e tempo (YAKUBU; YUSOPO, 2017). Cientistas de áreas tão distintas como pedologia e geologia (ISERLOH *et al.*, 2013; KATO *et al.*, 2009), geomorfologia (FAWZY *et al.*, 2020), hidrologia (VAN DIJK *et al.*, 2002; NGASOH *et al.*, 2020) e ecologia (RAJÃO, 2018; HOLDER, 2016; WILDHABER *et al.*, 2012; KEIM *et al.*, 2006; SHUSTER *et al.*, 2005), trabalhando em ambientes naturais e urbanos (JÚNIOR; SIQUEIRA, 2011; YAKUBU; YUSOPO, 2017), vêm usando essa tecnologia para responder algumas de suas questões. As últimas quatro décadas testemunharam o desenvolvimento de uma grande variedade de simuladores (por exemplo, GRACE; EAGLESON, 1966; HALL; WOLF, 1967; GRIERSON; OADES, 1977, PALL *et al.*, 1983; GUEVARA-ESCOBAR *et al.* 2007; RESSO *et al.*, 2007, SCHERRER *et al.* 2007), compreendendo desde latas de aspersão de água, bicos fixos, até os mais recentes discos giratórios e bicos oscilantes (NORTON; SAVABI, 2010). Lidar com a comparação entre eles é assunto complexo devido à diversidade de aplicações e propósitos, porém, alguns pesquisadores delimitaram critérios gerais para o desenvolvimento e calibração de simuladores de chuva (por exemplo, BOWYER-BOWER; BURT 1989; ISERLOH *et al.*, 2012).

Se por um lado alguns cientistas já fazem uso de simuladores de chuva nos seus estudos, por outro, pesquisadores em educação e educadores pouco exploram essa

ferramenta. Para a sensibilização da sociedade civil para os desdobramentos que as alterações do uso do solo e das mudanças climáticas podem causar nas nossas vidas, demonstrações práticas sobre o funcionamento da natureza são de enorme importância. Pesquisas em educação de ciências naturais vêm apontando para a necessidade de um ensino que subsidie a formação de pessoas com autonomia e aptas ao exercício da cidadania (SANTOS, 2007), que ilustre e conecte práticas às teorias e conceitos científicos. A simulação da chuva se encaixa como artifício didático-pedagógico importante nesse desafio, retratando as características das chuvas e seu papel na provisão e regulação de serviços dos ecossistemas, mas isso ainda é raramente explorado.

Isso fica ainda mais claro, quando Yakubu & Yusop (2017) notaram que a literatura sobre simuladores de chuva se concentra em (i) projetos e construção de simuladores; (ii) relatórios e artigos de calibração; e (iii) aplicações práticas. O primeiro envolve inovação (COODY; LAWRENCE, 1994; RODRIGUEZ; RODRIGUEZ, 2005, AHN *et al.*, 2013), o segundo fornece detalhes sobre o desempenho e suas características de precipitação (TOSSELL *et al.*, 1987; HUMPHRY *et al.*, 2002; RIES *et al.*, 2009), enquanto o terceiro, em um menor número de publicações, visa a estabelecer o efeito de características da chuva sobre o comportamento de uma determinada propriedade ou processo do ecossistema (TAYFUR; KAVVAS, 1998; SHARPLEY; KLEINMAN, 2003; MORIWAKI *et al.*, 2004; BADIA; MARTI, 2008). Em um cenário de mudança climática, é preciso criatividade dos ecólogos para estudar e ensinar como funcionam os ecossistemas naturais. Acreditamos que simuladores de chuva podem nos ajudar a descobrir como espécies e organismos, como as plantas, afetam aos processos e propriedades dos ecossistemas sobre diferentes condições, atuais e futuras, de chuva. Além disso, simular a chuva pode ser uma ferramenta bastante útil para sensibilizar pessoas sobre a importância dos estudos em Ecologia e dos serviços ecossistêmicos (DILLAHA *et al.*, 1988; CAPECHE, 2009; ROCHA *et al.*, 2019; ALLEN, 2019).

Pensando nisso, este capítulo está dividido em três objetivos: i) avaliação do uso dos simuladores de chuva na ciência, pesquisa e ensino em Ecologia; ii) desenvolvimento, montagem, a calibração de um simulador de chuva de baixo custo e fácil operacionalização; e iii) promoção o uso de simuladores de chuva na ciência e educação. Diante disso, inicialmente, realizamos revisão sistemática da literatura sobre a utilização de simuladores como ferramenta de estudos científicos em Ecologia e na interface com ciências da educação e práticas didático-pedagógicas (objetivo I). Após, reportamos o desenvolvimento de um simulador de chuva de baixo custo com calibração da intensidade e uniformidade da chuva simulada. Apresentamos a lista de material bem como aspectos para sua montagem, manutenção e calibragem (objetivo II). Por fim, compilamos e sugerimos ideias de como simuladores de chuva podem ser usados por ecólogos para testar teorias e hipóteses científicas e por educadores para sensibilizar a sociedade civil. Como pano de fundo, apresentamos duas experiências, uma em estudo científico (RAJÃO, 2018) e outra de

ensino, com um simulador montado e calibrado no viveiro da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (objetivo III).

METODOLOGIA

Objetivo I: revisão sistemática

Realizamos uma busca sistemática na base de dados do *Web of Science* (<http://apps.webofknowledge.com>; base de dados específica, somente com artigos publicados em revistas científicas) e Google Acadêmico (www.scholar.google.com; base de dados mais abrangente, compreendendo publicações em revistas científicas, teses, dissertações, resumos e anais de congressos, relatórios, monografias e outros tipos de trabalhos) combinando palavras-chave, em inglês, “rainfall simulat*” (para “*rainfall simulator*” ou “*rainfall simulation*”) com “ecolg*” (para *ecology* ou *ecological*) ou “educat*” (para “*education*” ou “*educational*” ou ainda “*educator*”) ou “learn*” (“para “*learn*” ou “*learning*”) ou “environmental educat*”; e português, “simulador de chuva” com “estudo” ou “educação” ou “educação ambiental”. O objetivo foi avaliar com que frequência e como ecólogos usam simuladores de chuva para estudar o funcionamento de processos ecológicos ou desenvolver práticas educativas.

Objetivo II: desenvolvimento, avaliação e calibração do simulador de chuva

Desenvolvemos e calibramos um simulador de chuva que fosse facilmente montado e desmontado, de fácil manejo e, principalmente, baixo custo. Para um simulador de chuva ser considerado satisfatório, é necessário que ele: a) apresente relação entre a energia cinética da precipitação simulada e aquela da chuva natural acima de 75% (MEYER; MCCUNE, 1958); b) aplique água de modo contínuo na parcela experimental ou, no mínimo, execute duas aplicações a cada segundo, compondo, assim, uma aplicação não intermitente (MORIN *et al.*, 1967); e (c) cubra uma área superior a 0,50 m² (SMITH, 1976). Vários modelos de equipamentos de simulação de chuva vêm sendo desenvolvidos e testados há bastante tempo (MORIN *et al.*, 1967, MEYER; HARMON, 1979, MONTEBELLER *et al.*, 2001; ALVES-SOBRINHO *et al.*, 2002; SOUZA, 2004). Desenvolvemos um modelo bem simples com base no sistema de simulação por aspersão descrito por Meyer & Harmon (1979) e adaptado por Tossel *et al.* (1987). Ele é composto basicamente por bicos aspersores de precisão direcionados para o solo e suspensos a determinada altura e sob pressão controlada.

Desenho do experimento para calibração do simulador: Avaliamos a intensidade (mm h⁻¹) e distribuição (CUC %) da precipitação em três pressões de água de entrada (3,5 kg cm⁻³; 2,5 kg cm⁻³ e 1,8 kg cm⁻³) e três alturas (1,7 m; 2,2 m e 4 m) do bico aspersor em relação ao solo. Conseguimos as pressões de entrada com bomba-motor acionada e

válvula de entrada de água no bico aspersor totalmente aberta, na pressão de 3,5 kg cm⁻³, bomba-motor acionada e válvula meia aberta, na pressão de 2,5 kg cm⁻³, e bomba-motor desligada e válvula totalmente aberta, na pressão 1,8 kg cm⁻³.

Alocamos oito pluviômetros sistematicamente, sendo quatro localizados na borda do raio de ação do bico aspersor e quatro no centro (Figura 1). Acionamos o simulador de chuva por dez minutos e, ao final, medimos todos os pluviômetros. Repetimos essa rotina três vezes por cada combinação entre altura e pressão, totalizando 27 réplicas.

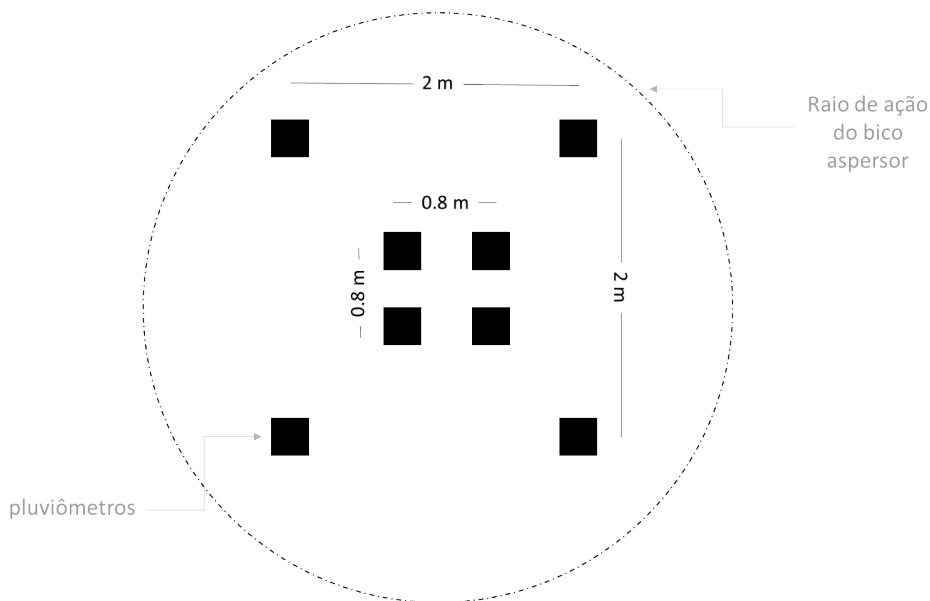


Figura 1. Delineamento experimental da avaliação da homogeneidade da precipitação simulada (pluviômetros são os quadrados pretos).

Calibração: Calculamos a intensidade (mm. h⁻¹) a partir da média aritmética da medida lida nos pluviômetros de cada réplica. Para medir a distribuição/uniformidade (%), calculamos o coeficiente de Christiansen (CUC; CHRISTIANSEN, 1942; Equação 1) para cada combinação de altura e pressão. Quanto maior o valor de CUC, mais uniforme é a distribuição da chuva simulada no seu raio de ação, onde valores satisfatórios estão acima de 75 % (MEYER; MCCUNE, 1958; ALVES-SOBRINHO *et al.*, 2001).

$$CUC = 100 * (1 - (\sum | Xi - \bar{X} |) / n\bar{X}) \quad (1)$$

Onde CUC = coeficiente de Christiansen; Xi = volume precipitado em cada pluviômetro; \bar{X} = volume médio precipitado; e n = número de pluviômetros.

Na busca pelo modelo da intensidade da chuva simulada pelo controle da altura do bico aspersor e pressão de entrada, utilizamos uma regressão múltipla. Com isso,

avaliamos a significância do efeito da altura e pressão sob a intensidade de chuva simulada. As análises atenderam premissas para regressão múltipla, entre elas a normalidade dos erros (Teste Shapiro-Wilk). Todas elas foram executadas no software R (R CORE TEAM, 2016).

Objetivo III: exemplos e ideias de uso de simuladores de chuva em ciências e educação em Ecologia

Aqui, apresentamos os objetivos e resultados de duas experiências em Ecologia com uso de simuladores. Uma científica como ferramenta para a dissertação de aluno do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Outra como prática educativa-pedagógica feita pela equipe de educação ambiental da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Além disso, são exploradas ideias de como os simuladores de chuva podem ser utilizados para os dois fins. As ideias foram alçadas com base nas publicações captadas durante a revisão sistemática. Usamos ainda a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para extrair temas que devem ser explorados nas aulas de ciências naturais pelos professores e educadores e que os simuladores de chuva podem ser utilizados. Este objetivo não apresentamos na seção RESULTADOS, sendo explorado apenas em DISCUSSÃO.

RESULTADOS

Cienciometria de simuladores de chuva na pesquisa e ensino em Ecologia (objetivo I)

No *Web of Science* foram 2848 artigos captados com as palavras-chave “rainfall simulat*”. Os temas da ciência que mais abrangem simuladores de chuva são agricultura (1243 citações, ca. 43%), recursos hídricos (879 citações, 30%), geologia (816 citações, 29%) e ecologia e ciências ambientais (639 citações, 22%; Figura 2). É possível, ainda, incluir outros temas correlatos como “ciências das plantas” (*plant sciences*) e “silvicultura” (*forestry*), citados em 80 e 34 publicações, respectivamente. Nenhum artigo em revista científica explicitamente relacionado a ciências da Educação foi captado com essas palavras-chave (Figura 2). Ainda com essas palavras-chave, a Figura 3 demonstra uma tendência de crescimento contínuo e linear de publicações sobre o uso dos simuladores.

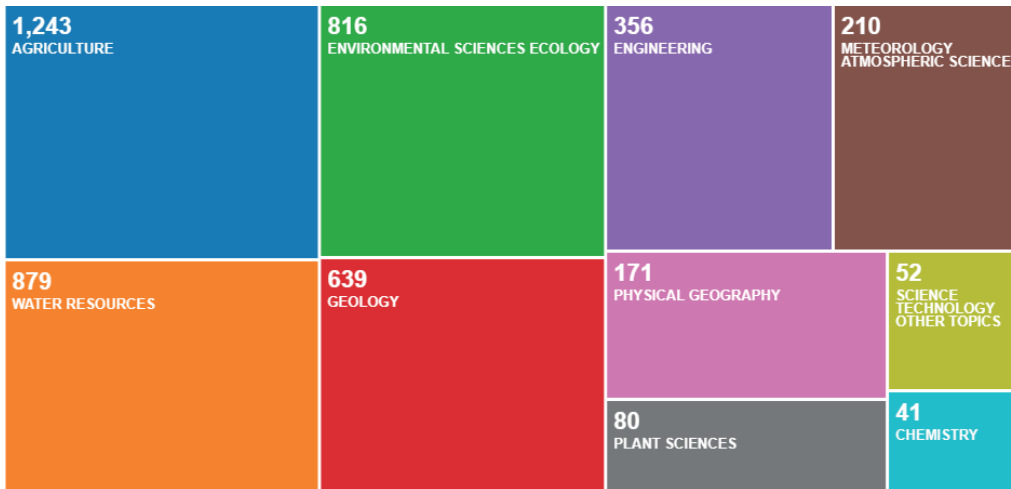


Figura 2. Os 10 principais temas da ciência citados nos artigos com base em “rainfall simulat*” no Web of Science.

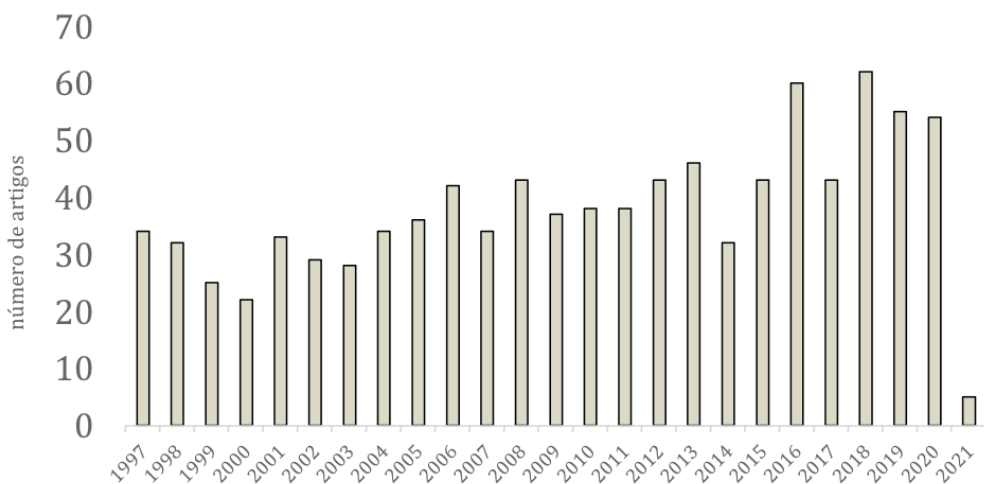


Figura 3. Número de artigos em cada ano com termos de busca “rainfall simulat*” no Web of Science.

Quando associado os termos “ecolog*” AND “rainfall simulat*” foram encontrados 64 artigos, sendo 35 (ca. 54%) publicados em revistas de áreas das Ciências Ambientais, Ecologia e outras correlatas, como Biologia da Conservação e Silvicultura. Nenhum artigo com essa combinação de palavras foi classificado como ciências da Educação (Figura 4 e 5).

Com palavras-chave com ênfase para ciências da Educação, “rainfall simulat*” AND “learn*”, encontramos 10 artigos. Destes, somente um artigo (SMART; BAUMAN; BOLTZ, 2017) foi publicado em temas correlatos a ciências da Educação. Nenhum desses

artigos é diretamente relacionado à Ecologia. Associando “rainfall simulat*” AND “educat*” foram recuperadas quatro publicações (DILLAHA *et al.*, 1988; GHOLAMI; DARVISHAN; KAVIAN; 2016; SMART; BAUMAN; BOLTZ, 2017; CERDA *et al.*; 2018). Por outro lado, se especificamos a área de educação, combinando “rainfall simulat*” AND “environmental educat*”, não captamos nenhum artigo.



Figura 4. Os 10 principais temas da ciência citados nos artigos com base em “rainfall simulat*” AND “ecolog*” no Web of Science.

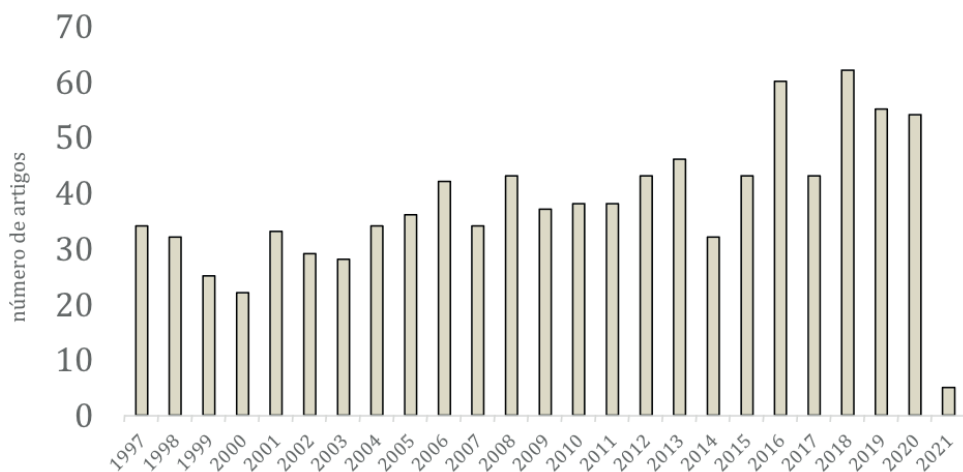


Figura 5. Número de artigos em cada ano com termos de busca “rainfall simulat*” AND “ecolog*” no Web of Science.

No Google Acadêmico, foram recuperados 16.000 itens que contêm as palavras-chave “rainfall simulador” e 20.500 com “rainfall simulation”. Desses, 4.560 (28,5%) e 4.210

(20,5%), respectivamente, foram publicados nos últimos 5 anos, sendo só em 2020 e 2021, 488 (3%) e 979 (4,8%) artigos publicados, respectivamente. Todos os artigos publicados ano passado e esse ano foram com finalidades teórico-científicas, nos mais variados campos e temas, com ênfase maior para ciências pedológicas (em revistas como *Catena*, *Soil Technology*, *Soil and Water Sciences*), hidrológicas (como *Journal of Hydrology*, *Hydrological Process*, *Water Resources* e *Water*), geomorfológicas (*Geomorphology* e *Earth and Systems*) e outras revistas nessas interfaces da ciência como *Landslides*, *Landscape and Degradation*, *Earth Surface Process and Landforms*. Nos últimos cinco anos, entre os 50 artigos mais citados, apenas 2 artigos foram publicados em revistas de Ecologia: Gu *et al.* (2020; *Plant and Soil*) e Jia *et al.* (2019; *Journal of Ecology*). Também consideramos dois outros artigos como diretamente associados à Ecologia: Li *et al.* (2020; *Hydrological Process*) e Falcão *et al.* (2020; *International Soil and Water Conservation Research*), nenhum deles foi em temas de ciências da Educação. Combinando termos “rainfall simulat*” AND “ecolog*” foram 7.030 publicações, sendo 2.410 nos últimos cinco anos e 488 no ano de 2020 e início de 2021.

Termos como “rainfall simulat*” AND “educat*” estão relacionados a 2.730 artigos, sendo 914 nos últimos cinco anos, sendo que 165 foram em 2020–2021. Em uma breve análise, quatro revistas científicas da área de Educação (nenhuma de Ecologia) tiveram trabalhos recuperados pelo Google Acadêmico utilizando simuladores de chuva. Destaque, novamente, para o pioneiro artigo de Dillaha *et al.* (1988) e para o fato de a maior parte estar em revistas de pedologia, hidrologia e geomorfologia. Destaque para revistas de agricultura e meio ambiente, como *Agriculture, Ecosystems and Environment* ou *Applied Engineering in Agriculture*, e de engenharia civil, como *Civil Engineering Journal*. Em português, os mesmos termos (“simulador de chuva” AND “educação”) foram recuperados em 144 artigos, sendo 78 (54%) nos últimos 5 anos; e nove (6,2%) em 2020. Dos últimos 5 anos, pelo menos cinco (ca. 3,5%) mencionaram o uso de simulador de chuvas como prática (educação experiencial) de Educação Ambiental. Combinando “rainfall simulator” AND “environmental educat*” 67 artigos foram recuperados, sendo 16 nos últimos cinco anos. Somente cinco deles versam sobre o tema na Educação.

Material necessário para a construção do simulador

- (a) bico aspersor Fulljet GG-30W Sprayng Systems Co;
- (b) tubulação e conexões de PVC 16 mm;
- (c) estrutura metálica de 4 metros de altura em forma de “L” e;
- (d) bomba-motor de água (material não obrigatório).

Montagem e funcionamento do simulador

Conectada a uma caixa d'água de (recomendação: 50.000 L), a bomba-motor direciona a água da caixa através de uma tubulação de PVC de 16 mm (0,5 polegada). A tubulação é fixada acompanhando a estrutura ferro-metálica presa no solo de modo a formar um “L” invertido com altura máxima de 4 (quatro) metros. No final dessa tubulação conectamos o bico aspersor Fulljet GG-30 W Sprayng Systems com a saída de água apontada para o solo. Essa última conexão antes do bico aspersor tem regulagem de 3 (três) alturas: (grande) 4,20 metros; (médio) 2,25 metros e (pequeno) 1,70 metros. Antes da conexão do bico aspersor, um manômetro angular com regulagem mede a pressão da coluna de água que chega até o bico através da tubulação (Figura 6-box).

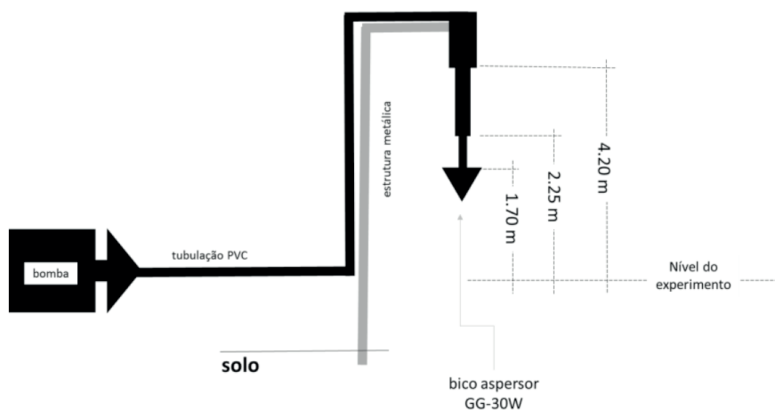


Figura 6-box. Croqui (esquema) do simulador de chuva de baseado em Tossel et al. (1987). Nota: A água é pressurizada pela bomba, percorre a tubulação até chegar no braço regulável de altura, com 3 opções de altura, que se conecta ao bico aspersor GG-30W (seta).

Desenvolvimento e calibração de um simulador de chuva (objetivo II)

Nosso simulador foi capaz de gerar precipitações de $40 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ($2,5 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-3}$ a $4,20 \text{ m}$) até $150 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ ($1,8 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-3}$ a $1,70 \text{ m}$). Nosso modelo explica, significativamente, a maior parte da variação da intensidade da chuva simulada em diferentes alturas de aspersão e pressão de entrada da água (Intensidade ($\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$) = $147,84 + 1,02 \cdot (\text{pressão: } \text{kg} \cdot \text{cm}^{-3}) - 21,37 \cdot (\text{altura: m})$; R^2 ajustado = 0,57; $P < 0,01$; Figura 7), sendo que existe efeito

significativo da altura ($P < 0,0001$) ao contrário da pressão ($P = 0,85$) na intensidade da chuva simulada.

A variação da uniformidade (CUC %) da distribuição da chuva artificial não é explicada pela altura ($P = 0,51$) e pressão ($P = 0,63$). Todas as combinações de altura e pressão tiveram CUC (%) acima de 80%, com o mínimo de CUC_{médio} de 85,6 % na pressão de 2,5 kg. cm⁻³ e altura mínima (1,7 m) e CUC_{médio} de no máximo de 92,3 %, na pressão de 2,5 kg. cm⁻³ e altura máxima (4,2 m).

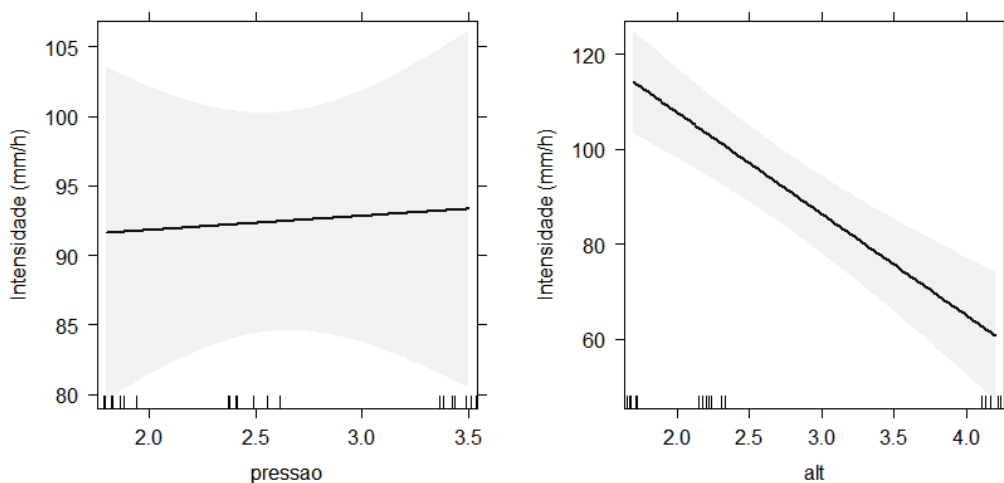


Figura 7. Relações entre intensidade da chuva simulada (mm h^{-1}) e medidas de pressão (kg cm^{-3}) e altura (m) do bico aspersor. Altura contém efeito significativo ($P < 0.001$) e pressão não contém ($P = 0,85$).

DISCUSSÃO

Em um contexto de mudanças climáticas, é fundamental desenvolver ferramentas que auxiliem cientistas a compreender e prever o funcionamento de processos e fenômenos naturais. Mostramos aqui ser possível desenvolver e calibrar um simulador de chuva de baixo custo para utilizar em pesquisa e divulgação científica. De forma ainda não vista na literatura, revisamos e compilamos, por meio de palavras-chave, publicações científicas e acadêmicas que fizeram uso de simulador de chuva em estudos e divulgação da Ecologia. Há uma vasta literatura sobre simuladores de chuva, mas notamos que somente 64 artigos citaram Ecologia no título ou resumo e pouco mais da metade foram publicados em revistas na área de ecologia. Porém, somente quatro trabalhos (cinco se adicionarmos um resumo em conferência científica) usaram simuladores de chuva como ferramenta de sensibilização e/ou educação ambiental. Entre eles, a conservação dos solos é o tema preferido para trabalhar a educação. Simuladores nos auxiliam a emular condições da chuva no presente

e futuro, o que é de grande importância frente às previsões de alterações climáticas em função dos impactos antrópicos sobre o planeta.

Para estimular o uso de simuladores de chuva na Ecologia, mostramos ser possível montar um simulador com pouco material e de baixo custo, de fácil montagem e manejo e que apresenta calibragem para simular chuvas médias, fortes e, com mais dificuldade, brandas. Nosso simulador funciona apenas manejando a pressão de entrada e, principalmente, a altura do bico pulverizador em relação à área que se deseja simular a chuva. A partir do exposto, discutimos como simuladores de chuva podem auxiliar na investigação sobre o funcionamento de processos ecológicos, em espécies, comunidades e ecossistema, que tenham efeito da chuva, assim como práticas de divulgação da Ecologia na formação educacional.

Simulador e seus usos na Ecologia (objetivo I)

Nossa revisão reforça que simuladores de chuva são ferramentas usuais na ciência. Ao longo dos anos (Figura 2 a 5), o uso dessas ferramentas foi se tornando mais frequente, com diversos modelos desenvolvidos e calibrados para os mais variados usos. O uso mais frequente é a avaliação e quantificação do escoamento, deslocamento de sedimentos e a correlação entre esses processos hidrológicos e erosivos. Dessa forma, áreas da ciência como agricultura e recursos hídricos são as que mais utilizam simuladores (Figura 3 e 5). Na agricultura, o objetivo é, em geral, estudar métodos, técnicas e tecnologias para a melhoria na conservação do solo (FALCÃO *et al.*, 2020). Assim, a maioria desses trabalhos visa a quantificar e analisar o efeito das áreas agrícolas com outros usos do solo ou de técnicas de ordenamento e manejo de determinada cultura agrícola na contenção da erosão (FALCÃO *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2021). Isso vale para trabalhos sobre recursos hídricos. Os simuladores foram utilizados para detectar os padrões e entender mecanismos na hidrologia do solo.

A pouca procura por utilizar simuladores de chuva em artigos de Ecologia chama atenção e não há uma explicação clara para isso. Provavelmente um motivo principal que afaste os ecólogos para esse tipo de experimentação seja a preferência por estudar os processos *in loco*. Com o uso de técnicas e tecnologias cada vez mais refinadas de estatística em Ecologia, é possível mensurar os fenômenos e processos em ambiente natural, detectar fatores diretos e indiretos e, matematicamente, calcular e analisar a relevância dos fatores ao invés de controlá-los experimentalmente. Os ecólogos ainda mostram uma grande preferência de trabalhar em ecossistemas naturais com pouca influência direta do Homem. Isso pode dificultar o uso de simuladores por dificuldades de acesso ou pela própria escala e complexidade dos ecossistemas naturais. É difícil pensar sobre a montagem de um simulador de chuva sobre uma floresta tropical, por exemplo, ou montar uma comunidade de plantas, simulando a complexidade e diversidade de sistemas

naturais, em laboratório ou casa de vegetação onde a chuva pode ser simulada com mais facilidade.

Outro motivo talvez seja o de que estudiosos na interface ecologia-hidrologia-geomorfologia se interessam por processos que ocorrem em escalas maiores, como recarga e sedimentação de rios (FALCÃO *et al.*, 2020), erosão de encostas (ZHANG *et al.*, 2021). Simuladores de chuva são usados para estudar processo em uma escala local e isto dificulta a sua capacidade de predição em escalas políticas (CERDA *et al.*, 2017), por exemplo, como na discussão de áreas prioritárias para conservação do solo e água.

Simuladores de chuva são ainda menos utilizados em ciências da Educação. Foram poucas publicações que trouxeram relatos, experiências e ideias sobre como se valer da tecnologia dos simuladores de chuva para ensinar teorias e conceitos e estimular a investigação em Ecologia. Destaque para os pioneiros Dillaha *et al.* (1988), que apontaram os simuladores de chuva como importante peça para a educação de agricultores, funcionários públicos e o público em geral sobre os benefícios potenciais da implementação de práticas agrícolas que impactam menos o solo. Aqui, conceitos básicos da importância da vegetação e de tipos de vegetação ou uso do solo foram simulados junto com a chuva e as pessoas puderam vivenciar e observar o efeito disso para geração de sedimentos nos rios. Em outro estudo relevante, Kok & Kessen (1997), em um grande esforço de experimentação para 8.000 pessoas, em mais de 70 locais, demonstraram que simuladores de chuva são uma ferramenta poderosa para promover a conservação da água e fornecer um bom pano de fundo para a discussão de tópicos como conservação, preparo do solo e rotação de culturas. Outros artigos seguem na mesma linha, utilizando simuladores de chuva para promover conservação principalmente contra a erosão do solo (CERDA *et al.*, 2017; DARVISHAN; KAVIAN, 2016; SMART; BAUMAN; BOLTZ, 2017).

Em Ecologia, é possível expandir o uso de simuladores para detectar resposta e efeito das espécies em processos ecossistêmicos que possam ser medidos em escala local. Com esses dispositivos é possível testar como as diferentes espécies de plantas respondem à ação das chuvas, qual impacto a chuva tem para o estabelecimento, crescimento e sobrevivência (*fitness*) dessas espécies e como mudanças nas características das chuvas podem afetar as diferentes espécies (ANTIQUEIRA *et al.*, 2020; ALIZADEH; HITCHMOUGH, 2020). Além disso, é possível mensurar o papel que as espécies de plantas exercem sobre processos hidrológicos e erosivos (HOLDER *et al.*, 2017; GUEVARA-ESCOBAR *et al.*, 2007; SATO *et al.*, 2004). É possível, também, aproveitar o conhecimento em Ecologia gerado com experimentos de simulação de chuvas e estender para práticas em divulgação e educação de cidadãos e cidadãs para se sensibilizar pela conservação e proteção dos ecossistemas naturais, tanto pelos serviços diretamente prestados por eles quanto pela formação ética de respeito à natureza.

Avaliação e ajuste da calibração do nosso simulador de chuva (objetivo II)

Constatamos que a intensidade da precipitação artificial gerada no nosso simulador sofre efeito de pequenas variações na altura, porém nenhuma influência das alterações da pressão num intervalo entre 1,5-3,5 kg. cm⁻³, sendo possível simular chuvas de 40 mm. h⁻¹ (2,5 kg. cm⁻³ a 4,20 metros) até 180 mm. h⁻¹ (1,8 kg. cm⁻³ a 1,70 metros). Nossos modelos da variação da intensidade em função da altura e pressão tiveram resultados satisfatórios, com destaque para a pressão intermediária (2,5 kg. cm⁻³). Já em termos de uniformidade (CUC %), todas as combinações de altura e pressão são consideradas satisfatórias (> 75 %) e não há influência da altura nem da pressão de entrada na distribuição das gotas de chuva sobre determinada área. A intensidade das chuvas pode ser classificada como branda, tem 5 a 10 mm. h⁻¹, médias de 11 a 40 mm. h⁻¹, enquanto fortes, acima de 40 mm. h⁻¹, segundo INMET. Já é bem documentada a observação e previsão do aumento da frequência de eventos de precipitação intensa devido às mudanças climáticas (AVILA-DIAZ *et al.*, 2020). No município do Rio de Janeiro já se nota, por exemplo, alteração na erosividade das chuvas (TERASSI *et al.*, 2020). Segundo consulta dos dados pluviométricos da estação meteorológica da Estação Fiocruz Mata Atlântica (*dados não publicados*), o padrão observado e esperado no Brasil e Rio de Janeiro se repete: diminuição da precipitação anual com aumento na intensidade e na frequência de chuvas dessa natureza. Dentro desse contexto, nosso simulador de chuva consegue gerar precipitações intensas facilmente, tendência climática, que são mais relevantes para a geração de escoamento superficial e erosão.

Na busca pelos fatores que modificam a intensidade de chuva simulada pelo nosso equipamento, percebemos que não há diferença nas características da chuva entre pressões de entrada de água menor do que 3,5 kg. cm⁻³. Geralmente, a pressão da água encanada residencial chega a uma pressão em torno de 2,0 kg. cm⁻³ (tubulação de 16 mm, ou 0,5 polegada; RAJÃO, 2018), porém bastante oscilante, não ultrapassando os 2,5 kg. cm⁻³. Desta forma podemos baratear o custo do simulador não utilizando a bomba-motor e, ainda assim, sendo possível gerar uma boa amplitude de precipitações com excelente uniformidade ao variar a altura do bico aspersor. Portanto, recomendamos que para uma melhor calibragem fixe-se a pressão entre 2 e 3 kg. cm⁻³.

Parâmetros como a intensidade e, principalmente, uniformidade podem ainda ser ainda mais controlados se o vento também for reduzido ou bloqueado, o que não foi necessário no nosso estudo. Como Tossel *et al.* (1987, 1990) já avaliaram critérios como diâmetro e velocidade terminal da gota e energia cinética da chuva simulada, nesse estudo adotamos seus resultados como referência. Mesmo recomendando que se reavaliem esses parâmetros para o mesmo bico aspersor e outros recentemente lançados pela Sprayng Systems, aqui nesse estudo não o fazemos por acreditar que a intensidade e a uniformidade são fatores mais determinantes para avaliação da geração do escoamento superficial do que esses parâmetros. Porém, em estudos de erosão, erodibilidade e gênese

do solo, esses parâmetros passam a ser essenciais e calibrá-los no simulador passa a ser fundamental (YUSSUBU; YUSOPO, 2017).

Perspectivas para o uso do simulador de chuva na pesquisa e ensino em Ecologia (objetivo III)

No campo do ensino em Ecologia: A Ecologia aparece em muitos momentos no processo de formação educacional de um cidadão. No nível nacional, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) coloca a Ecologia como um dos principais objetivos em todas as etapas da formação educacional, do Ensino Infantil ao Ensino Médio. Em um primeiro momento, localizamos esses pontos de interseção do BNCC com a Ecologia. Em um segundo momento, propomos ideias em que os simuladores de chuva podem ser utilizados para divulgar teorias e conceitos ecológicos.

A vivência da chuva no Ensino Infantil: A BNCC postula que a Educação Infantil se situa no campo das experiências em espaços, tempos, quantidades, relações e transformações.

As crianças vivem inseridas em espaços e tempos de diferentes dimensões, em um mundo constituído de fenômenos naturais e socioculturais. Desde muito pequenas, elas procuram se situar em diversos espaços e tempos e demonstram também curiosidade sobre o mundo físico (seu próprio corpo, os fenômenos atmosféricos, os animais, as plantas, as transformações da natureza, os diferentes tipos de materiais e as possibilidades de sua manipulação etc.). (BRASIL, 2018, p. 42)

Sendo assim, as crianças poderiam experimentar e vivenciar a chuva como processo de transformação e transformador da natureza.

Com base nisso, é bastante relevante demonstrar e fazer as crianças vivenciarem a chuva. Isso poderia ser feito montando um, dois ou três simuladores de chuva calibrados para diferentes intensidades de chuva, e deixá-las correr por chuvas com diferentes características, questionando-as sobre a forma da chuva, a intensidade, a temperatura, sobre o quanto cada uma delas molha e empoça mais rápido o chão ou solo. Dentro disso, pode-se observar também a ação dos ventos nas chuvas, caso o(s) simulador(es) estejam instalados em área externa, colocar algumas plantas em vasos de baixo da chuva e perceber se elas exalam cheiro diante da ação das chuvas etc. Explorar os sentidos que são estimulados com o fenômeno das chuvas em si.

Experiência semelhante foi realizada na EFMA (Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica) durante atividade do Clubinho da Mata. O Clubinho da Mata é um programa do Fiocruz Mata Atlântica com crianças do ensino infantil a médio que residem no entorno, com objetivo de promover e estimular a saúde urbana e ambiental. Um dos objetivos do clubinho Mata é a educação ambiental. Dentro desse contexto, os profissionais envolvidos com o Clubinho da Mata Atlântica desenvolveram uma atividade que consistia em mostrar

como o clima está em alteração. Foi assim que usaram o simulador de chuvas para emular chuvas intensas e o efeito que elas têm sobre o solo. Durante a atividade, foram simuladas chuvas na ordem de 90 mm.h e as crianças foram estimuladas a perceber a ação dos ventos, o empoçamento no chão, a “força” (energia cinética) da gota, entre outros. Durante a simulação das chuvas, educadores ambientais fizeram perguntas como: “para onde a chuva está indo quando o vento sopra?”, “a gota machuca quando bate na mão ou quando bate na testa?”, “tem alguma planta que dá para ficar debaixo sem se molhar?”, “dá para correr pela chuva sem se molhar?”, entre outras.

A observação da chuva no Ensino Fundamental: No ensino fundamental, a BNCC reforça que

[...] os alunos possuem vivências, saberes, interesses e curiosidades sobre o mundo natural e tecnológico que devem ser valorizados e mobilizados. [...] e que assegurem a eles construir conhecimentos sistematizados de Ciências, oferecendo-lhes elementos para que compreendam desde fenômenos de seu ambiente imediato até temáticas mais amplas. Nesse sentido, não basta que os conhecimentos científicos sejam apresentados aos alunos. É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação [...] e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural [...] e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2018, p. 331)

Desta forma, simular chuvas pode vir a ter importância para o ensino-aprendizagem em Ciências do 1º ao 5º ano e do 6º ao 9º ano. É possível explorar aspectos do som e cheiro da chuva no solo, da direção com base nos eixos cardeais, medi-la em volume e intensidade, investigar como ela interage com as plantas, como as comunidades de plantas e ecossistemas se montam também em decorrência das chuvas, da proteção ao solo e na decomposição de materiais etc.

Para alunos do 1º e 5º ano, uma ideia de atividade com simuladores de chuva é investigar a decomposição de diferentes materiais e diferentes chuvas. Com esse experimento pode-se trabalhar questões sobre o lixo e ciclagem de nutrientes. Outras atividades envolvem matematizar a chuva, medindo volume e intensidade (com auxílio de um relógio, por exemplo). Basta acionar o simulador e brincar com as métricas de volume, intensidade, raio de ação, velocidade da gota (uma criança segura um copo com areia e aciona-se o simulador simultaneamente o cronômetro, e ao primeiro pingão dentro do copo de areia desliga-se o cronômetro).

Outra atividade bastante utilizada (ROCHA *et al.*, 2019; CAPECHE, 2009) é a construção de caixas de erosão. Essas consistem em caixas preenchidas com terra e com uma saída de água. Em uma caixa é plantada alguma vegetação e na outra não, deixando a terra exposta. Ao expor as caixas à chuva, espera-se observar um maior escoamento e maior arraste de sedimento (água mais escura) na caixa sem vegetação. Essa atividade também foi realizada pelo clubinho Mata Atlântica na EBFMA. Nessa atividade foram utilizadas duas caixas, com e sem vegetação. Para alunos de 6º ao 9º ano, é possível

refinar ainda mais esse experimento e avaliar o volume e cor da água escoada em caixas com diferentes tipos de plantas. Ainda para esse grupo de alunos, seria interessante simular chuva em uma caixa transparente com terra para visualizar o efeito da permeabilidade e do processo de infiltração de água no solo.

A chuva e a experimentação no Ensino Médio: Por fim, o ensino médio tem como objetivo “analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.” Com base nesses objetivos, seria possível comparar formatos de bacias hidrográficas e sua relação com a chuva e vazão de água nas calhas com a utilização de maquetes. Outra proposta compreenderia o refinamento das medidas sobre a chuva descritas nas práticas anteriores, dessa vez incluindo tamanho e energia da gota de chuva simulada e evaporação após 1 ou 2 dias. Essa atividade pode ser construída com copo de plástico com areia para medir o tamanho do espalhamento da areia que uma gota causa e copos de plástico vazio no chão que terão volume medido em intervalo de tempo desejado.

CONCLUSÕES

É possível desenvolver um simulador de chuva simples e eficiente para emular chuvas de altas a médias intensidades. Esses dispositivos são mais frequentemente usados para mensurar e analisar o impacto das chuvas sobre a conservação do solo, embora geração de escoamento superficial também seja bem estudado com auxílio dessa tecnologia. Ecólogos em geral não utilizam essa tecnologia, muito embora seja considerada bastante útil para descobrir mecanismos de resposta e o efeito que as plantas têm sobre uma série de processos ecológicos nas diferentes condições de chuva, atuais e futuras. Além disso, é preciso pôr em prática novas ideias para tornar teorias e conceitos em Ecologia mais atraentes e facilmente compreendidos, estimulando as pessoas a valorizar, e não só valorar, os ecossistemas naturais.

REFERÊNCIAS

AHN, C. *et al.* **Portable rainfall simulator with automatic oscillation control.** Intellectual Property Australia. 2013. Disponível em: <http://www.ipaustralia.com.au/applicant/korea-institute-of-geoscience-and-mineral-resources/patents/AU2010246423/> Acesso em: 28/12/2022.

ALIZADEH, B.; HITCHMOUGH, J. D. How will climate change affect future urban naturalistic herbaceous planting? The role of plant origin and fitness. **Urban Forestry & Urban Greening**, 54, 2020.

ALLEIN, C. A.; SEREIA, D. A. O. Metodologias de ensino para a disciplina de ecologia: revisão Bibliográfica. **Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional**, 14 (38): 123-140, 2019.

ALVES-SOBRINHO T.; FERREIRA, P. A.; PRUSKI, F. F. Desenvolvimento de um infiltrômetro de aspersão portátil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 6(2): 337-344, 2002.

ANTIQUERA, P. A. P.; OMENA, P. M. de; GONÇALVES-SOUZA, T. *et al.* Precipitation and predation risk alter the diversity and behavior of pollinators and reduce plant fitness. **Oecologia** 192: 745–753, 2020.

AVILA-DIAZ, A.; BENEZOLI, V.; JUSTINO, F. *et al.* Assessing current and future trends of climate extremes across Brazil based on reanalyses and earth system model projections. **Clim Dyn** 55: 1403–1426, 2020.

BLACK, P. Challenges and successes in modeling watersheds. Conferência: 15th World Multi-Conference on Systematics, **Cybernetics and Informatics** (WMSCI 2011) Local: Orlando, FL. v. III, 2011.

BOGUNOVIC, I.; TELAK, L. J.; PEREIRA, P. Agriculture Management Impacts on Soil Properties and Hydrological Response in Istria (Croatia). **Agronomy**, v.10 (2): 282, 2020.

BOWYER-BOWER, T. A. S.; BURT, T. P. Rainfall simulators for investigating soil response to rainfall. **Soil Technology**, 2: 1–16, 1989.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CAPECHE, C. L. **Confecção de um simulador de erosão portátil para fins de educação ambiental**. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 31 p.

CARVALHO, J. W. L. T.; MYSCZAK, L. A.; OLIVEIRA, F. A. 2016. Bacias hidrográficas simuladas em maquetes: prática pedagógica para ensino fundamental e médio. **Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais**, 7(13): 25-39, 2016.

CERDA, A. *et al.* Policies can help to apply successful strategies to control soil and water losses. The case of chipped pruned branches (CPB) in Mediterranean citrus plantations. **Land Use Policy**, 75: 734-745, 2018.

CHEN, Z.; WANG, W.; WOODS, R. A.; SHAO, Q. Hydrological effects of change in vegetation components across global catchments. **Journal of Hydrology**, 2020.

CHRISTIANSEN, J. P. **Irrigation by sprinkling**. Berkeley: University of California. Agricultural Experiment Station, 1942.

COODY, P. N.; LAWRENCE, L. J. **Method and system for conducting meso-scale rainfall simulations and collecting runoff**. Richmond, VA: Google Patents, 1994.

CORREIA FILHO, W. L. F.; SANTOS, T. V. dos; BARROS, D. S. de *et al.* **Influence of meteorological variables on reference Evapotranspiration in the State of Alagoas, Brazil, based on multivariate analysis**. Model. Earth Syst. Environ, 2020.

DILLAHA, T. A. *et al.* Rainfall simulation - a tool for best management practice education. **Journal of Soil and Water Conservation**, 43: 288-290, 1988.

EIGENTLER, L.; SHERRATT, J. A. **Effects of precipitation intermittency on vegetation patterns in semi-arid landscapes**. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 405, 2020.

ESKRIDGE, L. **Teaching soil conservation in an introductory soil science laboratory and the classification of examination using the revised Bloom's Taxonomy**. 2010. Degree of Master science, Oklahoma State University Location: Stillwater, Oklahoma.

FALCÃO, K. S. *et al.* Surface runoff and soil erosion in a natural regeneration area of the Brazilian Cerrado. **International Soil and Water Conservation Research**, 8, 2020.

FAWZY, H.; BASHA, A. M.; BOTROSS, M. N. Estimating a mathematical formula of soil erosion under the effect of rainfall simulation by digital close range photogrammetry technique. **Alexandria Engineering Journal** 59(6): 5079-5097, 2020.

GHOLAMI, L.; DARVISHAN, A. K.; KAVIAN, A. Wood chips as soil conservation in field conditions. **Arabian Journal of Geosciences**, 9, 2016.

GRACE, R. A.; EAGLESON, P. S. **Construction and use of a physical model of the rainfall-runoff process**. Boston, MA: Massachusetts Institute of Technology, Department of Civil Engineering, Hydrodynamics Laboratory, 1966.

GRIERSON, I. T.; OADES, J. M. A rainfall simulator for field studies of run-off and soil erosion. **Journal of Agricultural Engineering Research**, 22(1): 37-44, 1977.

GU *et al.* Distinguishing the effects of vegetation restoration on runoff and sediment generation on simulated rainfall on the hillslopes of the loess plateau of China. **Plant and Soil**, 447:393-412, 2020.

GUEVARA-ESCOBAR, A.; GONZALEZ-SOSA, E.; RAMOS-SALINAS, M.; HERNANDEZ-DELGADO, G. D. Experimental analysis of drainage and water storage of litter layers. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 11:1703-1716, 2007.

GUIMARÃES, S. S. M. A utilização de metodologias alternativas na formação dos professores de biologia: a questão dos projetos. *In: XIX Simpósio de Estudos e Pesquisas da Faculdade de Educação*. Goiânia, 2010.

GUO, P.; ZHAO, X.; SHI, J. *et al.* The influence of temperature and precipitation on the vegetation dynamics of the tropical island of Hainan. *Theor. Appl. Climatol.* 143: 429-445, 2021.

HALL, M. J.; WOLF, P. O. Design criteria for laboratory catchment experiments, with particular reference to rainfall simulation. *In: Hydrological aspects of the utilization of water*. Wallingford, UK: **International Association of Hydrological Sciences, IAHS Publ.** 76: 395-405, 1967.

HOLDER, C. D.; GIBBES, C. Influence of leaf and canopy characteristics on rainfall interception and urban hydrology. **Hydrological Sciences Journal**, 62(2):182, 2017.

HUMPHRY, J. *et al.* A portable rainfall simulator for plot-scale runoff studies. **Applied Engineering in Agriculture**, 18 (2):199-204, 2002.

ISERLOH, T. *et al.* European small portable rainfall simulators: a comparison of rainfall characteristics. **Catena**, 110:100-112, 2013.

ISERLOH, T., *et al.* A small portable rainfall simulator for reproducible experiments on soil erosion. **Soil and Tillage Research**, 124:131–137, 2012.

JIA, Y. *et al.* **Symbiotic soil fungi enhance resistance and resilience of an experimental grassland to drought and nitrogen deposition**. 2019.

JÚNIOR, S. F. S.; SIQUEIRA, E. Q. Development and calibration of a rainfall simulator for urban hydrology research. *In: Proceedings of 12th International Conference on Urban Drainage*, Porto Alegre: Heriot Watt University, 11–16, 2011.

KAINZ, M.; AUERSWALD, K.; VÖHRINGER, R. Comparison of German and Swiss rainfall simulators - utility, labour demands and costs. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkultur**, 155:7–11, 1992.

KATO, H. *et al.* Field measurement of infiltration rate using an oscillating nozzle rainfall simulator in the cold, semiarid grassland of Mongolia. **Catena**, 76(3):173–181, 2009.

KEIM, R. F.; SKAUGSET, A. E.; WEILER, M. Storage of water on vegetation under simulated rainfall of varying intensity. **Advances in Water Resources**, 29(7): 974–986, 2006.

KOK, H.; KESSEN, S. Water conservation education with a rainfall simulator. **Journal Nat. Resour.** Life Sc. Educ, 26(1), 1997.

LACREU, L. I. Ecologia, ecologismo e abordagem ecológica no ensino das Ciências Naturais: Variações sobre um Tema. *In: WEISSMANN, H. (org.) Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões*. Porto Alegre: Ed. Artmed, 1998., p 127-151.

LV, J.; XIE, Y.; LUO, H. Erosion process and temporal variations in the soil surface roughness of spoil heaps under multi-day rainfall simulation. **Remote Sens.**, 12:2192, 2020.

MARIANI JUNIOR, R. **O estudo de ecologia no ensino médio: uma proposta metodológica alternativa**. 2008. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino. Belo Horizonte, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

MEYER, L. D.; HARMON, W. C. Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row sideslopes. **Transactions of the ASAE**. 22(1):100-103, 1979.

MEYER, L. D.; MCCUNE, D. L. Rainfall simulator for runoff plots. **Agricultural Engineering**. 39(1):644-648, 1958.

MONTEBELLER, C. A.; CARVALHO, D. F.; ALVES-SOBRINHO, T.; NUNES, A. S.; RUBIO, E. Avaliação hidráulica de um simulador de chuvas pendular. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 5(1):1-5, 2001.

MORIN, J.; GOLDBERG, D.; SEGNER, I. A rainfall simulator with a rotating disk. **Transacions of the ASAE**. 10:74-79, 1967.

MOTOKAN, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de Ecologia. **Revista Ensaio**, 17:115-137, 2015.

MUNN, J.; HUNTINGTON, G. A portable rainfall simulator for erodibility and infiltration measurements on rugged terrain. **Soil Science Society of America Journal**, 40(4):622– 624, 1976.

NAVAS, A. *et al.* Design and operation of a rainfall simulator for field studies of runoff and soil erosion. **Soil Technology**, 3(4):385–397, 1990.

NGASOH, F. G.; MBAJIORGU, C. C.; KAMAI, M. B.; OKORO, G. O. **A Revisit of rainfall simulator as a potential tool for hydrological research**. *Agronomy*, 2020.

NORTON, L. D.; SAVABI, R. Evolution of a linear variable intensity rainfall simulator for surface hydrology and erosion studies. **Applied Engineering in Agriculture**, 26(2):239–245, 2010.

PALL, R. *et al.* Development and calibration of a rainfall simulator. **Canadian Agricultural Engineering**, 25(2):181– 187, 1983.

RAJÃO, P. H. M. **O efeito do folhiço nos processos de escoamento superficial e potencial erosivo**: uma abordagem funcional em busca de mecanismos. 2018. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Evolução. Rio de Janeiro: Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

RESSO, R.; RULLI, M. C.; BOCCHIOLA, D. Transient catchment hydrology after wildfires in Mediterranean basin: runoff, sediment and woody debris. **Hydrology and Earth System Sciences**, 11(1):125–140, 2007.

RIES, J. B. *et al.* Calibration of simulated rainfall characteristics for the study of soil erosion on agricultural land. **Soil and Tillage Research**, 106(1):109–116, 2009.

ROCHA, S. L. C. S.; MARTORANO, L. G.; SANTOS, I. A.; CARMO, N. M.; FILHO, L. L. D. V. Simulador de chuva portátil para sensibilizar atores sociais sobre os problemas da erosão hídrica no solo. **Anais do III Congresso de Tecnologias e Desenvolvimento na Amazônia**, 2019.

RODRIGUEZ, C.; RODRIGUEZ, E. **Rainfall simulation apparatus**. Wyandanch, NY: Google Patents, 2005.

ROTH, C. H.; MEYER, B.; FREDE, H. G. A portable rainfall simulator to study factors affecting runoff infiltration and soil loss. **Catena**. 12:79-85, 1985.

SATO, Y.; KUMAGAI, T.; KUME, A.; OTSUKI, K.; OGAWA, S. Experimental analysis of moisture dynamics of litter layers – the effects of rainfall conditions and leaf shapes. **Hydrol. Process**. 18:3007–3018, 2004.

SHARPLEY, A.; KLEINMAN, P. Effect of rainfall simulator and plot scale on overland flow and phosphorus. **Journal of Environment Quality**, 32(6): 2172– 2179, 2003.

SHUSTER, W. *et al.* Impacts of impervious surface on watershed hydrology: a review. **Urban Water Journal**, 2(4):263–275, 2005.

SMART, A. J.; BAUMAN; BOLTZ. **Journal of Extension**, 55, 2017.

SOUZA, M. D. Desenvolvimento e utilização de um simulador de chuvas para estudos de atributos físicos e químicos do solo relacionados a impactos ambientais. **Embrapa Meio Ambiente**. 37:1-20, 2004.

SUN, F. *et al.* Long-term increase in rainfall decreases soil organic phosphorus decomposition in tropical forests. **Soil Biology and Biochemistry**, 151, 2020.

SUN, R.; CHEN, S.; SU, H. Climate Dynamics of the Spatiotemporal Changes of Vegetation NDVI in Northern China from 1982 to 2015. **Remote Sens**, 13(187), 2021.

TAYFUR, G.; KAVVAS, M. L. Areal-averaged overland flow equations at hillslope scale. **Hydrological Sciences Journal**, 43 (3): 361–378, 1998.

TERASSI, P. M. B. *et al.* **Rainfall and erosivity in the municipality of Rio de Janeiro - Brazil**. Urban Climate, 33, 2020.

TOSSELL, R. W.; DICKINSON, W. T.; RUDRA, R. P.; WALL, G. J. A portable rainfall simulator. **Canadian Agricultural Engineering**. 29(2): 155-162, 1987.

TOSSELL, R. W.; WALL, G. J.; RUDRA, R. P.; GROENEVELT, P. H. The Guelph rainfall simulator II: A comparison of natural and simulated rainfall characteristics. **Canadian Agricultural Engineering**. 32(2):215-223, 1990.

VAN DIJK, A. I. J. M.; BRUIJNZEEL, L. A.; ROSEWELL, C. J. Rainfall intensity–kinetic energy relationships: a critical literature appraisal. **Journal of Hydrology**, 261(1–4): 1– 23, 2002.

VIVEIRO, A. A.; DINIZ, R. E. S. Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. **Ciência em Tela**, 2(1), 2009.

WILDHABER, S. Y. *et al.* Evaluation and application of a portable rainfall simulator on subalpine grassland. **Catena**, 91: 56–62, 2012.

YAKUBU, M. L.; YUSOPA, Z. Adaptability of rainfall simulators as a research tool on urban sealed surfaces – a review. **Hydrological Sciences Journal**, 62(6): 996–1012, 2017.

ZHANG, X.; SONG, J.; WANG, Y.; DENG, W.; LIU, Y. Effects of land use on slope runoff and soil loss in the Loess Plateau of China: A meta-analysis. **Science of The Total Environment**, 755, 2021.

MUDANÇAS NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS E DE CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DO SOLO ASSOCIADAS A DIFERENTES ESTÁGIOS DE SUCESSÃO ECOLÓGICA

Data de aceite: 13/03/2023

Maria Fernanda Affonso Penna

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Nelson Ferreira Fernandes

Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Nilson Rendeiro Pereira

Embrapa Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

crescimento dos indivíduos arbóreos, há aumento na propriedade de condutividade hidráulica, assim como nas propriedades químicas C orgânico, N e P assimilável, nas camadas mais rasas. Esses resultados corroboram a importância da restauração ecológica para a recuperação do ecossistema florestal e seus serviços ecossistêmicos, compreendendo que o grau de sucessão ecológica influencia na estrutura e composição do solo.

INTRODUÇÃO

Vários processos e mecanismos superficiais (e.g., escoamento superficial, infiltração, erosão), assim como propriedades dos materiais (e.g., qualidade da água e do solo), são regulados através de mecanismos de *feedback* entre água-vegetação-solo. O tipo, densidade e grau de desenvolvimento da vegetação assumem papel relevante nessas interações, influenciando em diversos processos hidropedológicos, dentre eles infiltração, escoamento e evapotranspiração (HILLEL, 1998; REICHARDT, 2004; THOMPSON *et al.*, 2012; BRADY; WEIL, 2012). Dentro dos

RESUMO: Solos florestais são influenciados pela vegetação em sua formação. Entretanto, a influência da vegetação e seu estágio de sucessão ecológica em relação às propriedades químicas e físicas do solo ainda são pouco compreendidos. Assim, este estudo avaliou aspectos das propriedades físicas (granulometria e condutividade hidráulica) e químicas de solos (pH, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e Na⁺, C, N e P) em fragmentos com formação vegetal de idades distintas (9 e 60 anos) na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica. Os resultados permitem inferir que quando o trecho florestal amadurece com o

ambientes florestais, vários estudos já foram realizados em climas temperados, semiáridos e áridos, definindo as principais interações vegetação-água-solo em ambientes naturais (ARCHER *et al.*, 2016; GERIS *et al.*, 2015; TALKNER *et al.*, 2010). Apesar de incipiente, estudos em florestas tropicais que correlacionam vegetação-água-solo começam a emergir, investigando um ecossistema com altas taxas de precipitação e radiação solar, somadas à alta riqueza de biodiversidade (LOZANO-BAEZ *et al.*, 2018; CHEN *et al.*, 2020), ou seja, ambientes de grande complexidade.

Em relação à influência da vegetação nas propriedades químicas dos solos, destacamos o acúmulo de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, que fazem com que os valores de carbono orgânico, fósforo e pH sejam alterados na presença de florestas (CHEN *et al.*, 2020). Os nutrientes advindos da ciclagem de nutrientes podem ser oriundos, além da própria produção e decomposição da serapilheira, da transferência de elementos acumulados no dossel que escorrem através da precipitação pelos troncos e folhas (SIOLI, 1985). A presença da vegetação pode ser determinante na alteração das propriedades químicas do solo, geralmente apontando para uma relação positiva entre nitrogênio, carbono e fósforo e os estágios de sucessão da vegetação (ZHAO *et al.*, 2015; HUANG *et al.*, 2018; CHEN *et al.*, 2020). Ao comparar florestas em recuperação com florestas muito antigas, há acúmulo significativamente maior desses nutrientes nas áreas de florestas antigas (HUANG *et al.*, 2018). A presença de nitrogênio, fósforo e carbono, além da distribuição da água no solo, influenciam no desenvolvimento da sucessão e nas diferentes distribuições de espécies florestais, reforçando a hipótese de que os mecanismos “planta” e “solo” ocorrem de forma sinérgica (ALDAY *et al.*, 2012).

A estrutura é uma das propriedades físicas mais importantes do solo, sendo resultante da junção de diversos agregados. A história de evolução de um determinado solo, principalmente em termos de uso e cobertura, influencia nos valores observados de algumas de suas propriedades físicas, especialmente a condutividade hidráulica. Essa propriedade que expressa a relação entre carga e velocidade que a água perpassa no solo é influenciada por atributos físicos como porosidade e densidade global de um solo. Essas propriedades são fundamentais nos estudos de hidrologia florestal, já que podem sofrer alterações em menor temporalidade, decorrentes de modificações no uso ou manejo ao qual o solo está exposto. Além disso, essas propriedades influenciam no desenvolvimento do sistema radicular, na atividade microbiana e deficiência nutricional, na erosão hídrica, assim como na drenagem interna dos solos (HILLEL, 1998).

Estudos relacionados ao comportamento da condutividade hidráulica por parte das pesquisas em ambientes florestais demonstram que a regeneração (ZIMMERMANN *et al.*, 2006; HASSLER *et al.*, 2011) e restauração ecológica de uma área podem ser responsáveis pelo aumento da condutividade hidráulica saturada na superfície do perfil de solo (FILOSO *et al.*, 2017). Mesmo sendo uma propriedade do solo com grande variabilidade espacial e temporal (CHEN *et al.*, 2020), a condutividade hidráulica é um indicador eficiente para

identificar os efeitos decorrentes de mudanças de cobertura da terra na dinâmica hidrofísica do solo.

A Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA) - localizada na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro e parcialmente sobreposta ao Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) - possui áreas de replantio, regeneração e enriquecimento. O histórico de ocupação da área se destaca pelas monoculturas de cana e café no final do século XIX, além da retirada de lenha para carvão, principalmente de 1940 a 1950. Após o declínio do potencial agrícola, essas atividades foram sendo abandonadas, o que favoreceu a regeneração espontânea da floresta (SOLÓRZANO; RIBEIRO *et al.*, 2010). Especificamente em nossas parcelas de estudo, a EFMA conta com diversos projetos de restauração ecológica que têm o intuito de restabelecer o ecossistema florestal que vigorava antes dos ciclos agrícolas. Todo esse histórico de ocupação propicia diferentes formações florestais, decorrentes dos diversos estágios de sucessão ecológica. Os diferentes estágios escolhidos, então, para o desenvolvimento da presente pesquisa foram: estágio primário (EP) e estágio secundário (ES) de sucessão ecológica.

O estudo teve como principal objetivo caracterizar a vegetação e o solo de áreas em estágios sucessionais distintos, visando a compreender as relações existentes entre eles. Para tal, esta pesquisa combinou estudos de descrição fitofisionômica com análises das propriedades físicas e químicas do solo, envolvendo, também, a realização de ensaios de campo visando à determinação da condutividade hidráulica *in situ*. Este estudo constituiu-se em uma das primeiras contribuições que visam a avaliar a relação entre vegetação e propriedades químicas e físicas do solo em Mata Atlântica, na fitofisionomia Ombrófila Densa.

METODOLOGIA

Seleção das áreas amostradas e geração dos modelos digitais de elevação

A Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA; Figura 1) está localizada no domínio fitofisiográfico da Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). O clima da região é classificado como tropical úmido, do tipo Af, de acordo com o sistema de Köppen-Geiger (1900), adaptado por Setzer (1966). A média anual da temperatura é de 26 °C e a precipitação média anual é de 1.187 mm, não sendo homogênea e estando exposta a variações sazonais, com os meses de julho a outubro mais secos, quando a média da precipitação cai para 880–970 mm nesse período (SMAC, 2000).

Dentro da EFMA, selecionamos duas áreas seguindo dois critérios: (1) vegetação em estágios sucessionais distintos; e (2) mínima variação ambiental (topográficas, pedológicas e geológicas). Esse segundo critério foi estabelecido para garantir que fosse, de fato, observada a questão de interesse desta pesquisa, de que forma a sucessão ecológica influenciava nas propriedades hidrofísicas do solo.

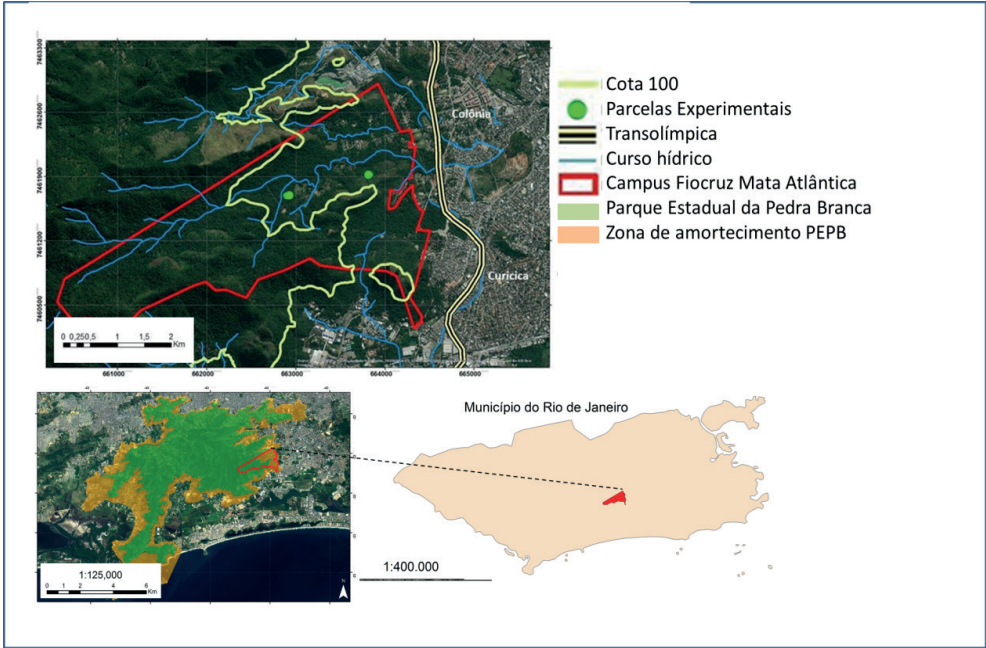


Figura 1. Mapa de localização das parcelas dentro da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, e localização do Campus Fiocruz Mata Atlântica em relação ao PEPB e ao município do Rio de Janeiro.

Ano: 2019.

As duas áreas possuem históricos de perturbação distintos, sendo que uma está há mais tempo isolada de ações humanas do que a outra. A primeira área selecionada aparenta estágio pioneiro (EP; Figura 02), mostrando, ainda, constantes intervenções humanas e sinais de recuperação ativa, com plantios de mudas oriundas das medidas compensatórias destinadas à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Cultura (SMAC), algumas rebrotas, principalmente das espécies presentes no plantio e diversas gramíneas. Os primeiros indivíduos plantados possuem aproximadamente nove anos e são parte do projeto Mutirão de Reflorestamento, programa de reflorestamento do município do Rio de Janeiro.

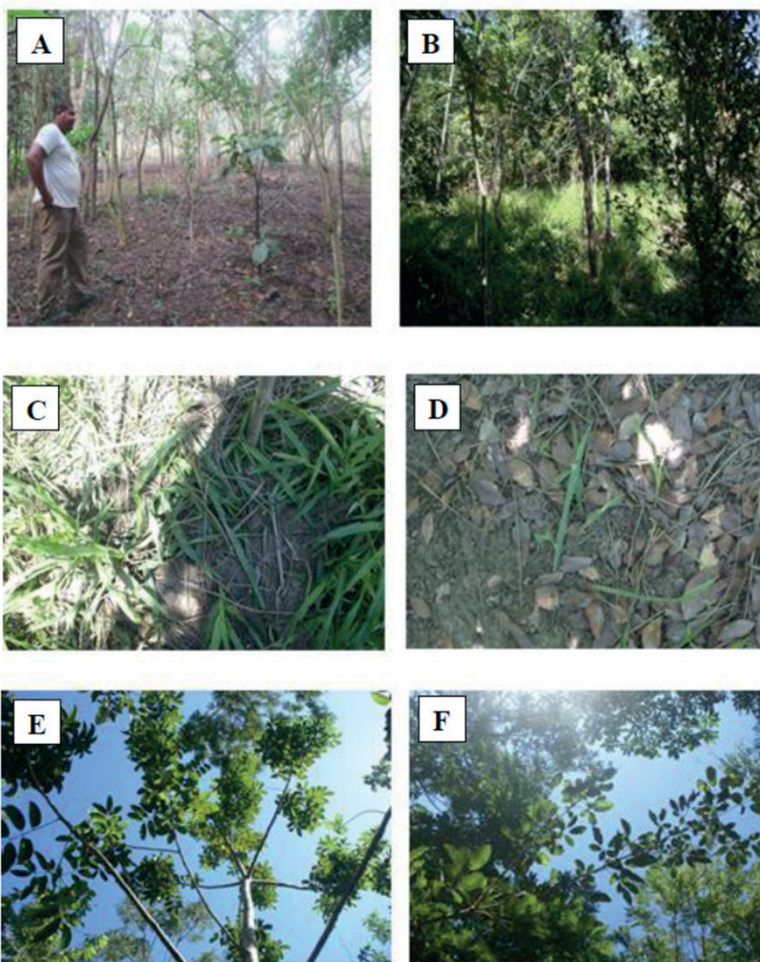


Figura 2. Fotos da EP caracterização da vegetação: (A) e (B) sub-bosque, (C) e (D) cobertura do solo e serapilheira e (E) e (D) dossel e abertura de copa. Ano: 2019.

A segunda área selecionada encontra-se mais isolada, não sofrendo, de acordo com relatos locais, perturbação antrópica direta há aproximadamente 60 anos. Essa área atualmente compreende uma floresta fisionomicamente estruturada e que consideramos como área da floresta em estágio secundário (ES; Figura 03). A área abriga diversas atividades de pesquisa com enfoque em Restauração Ecológica e na interface entre biodiversidade e saúde, e conta com alguns trechos de plantio para enriquecimento.

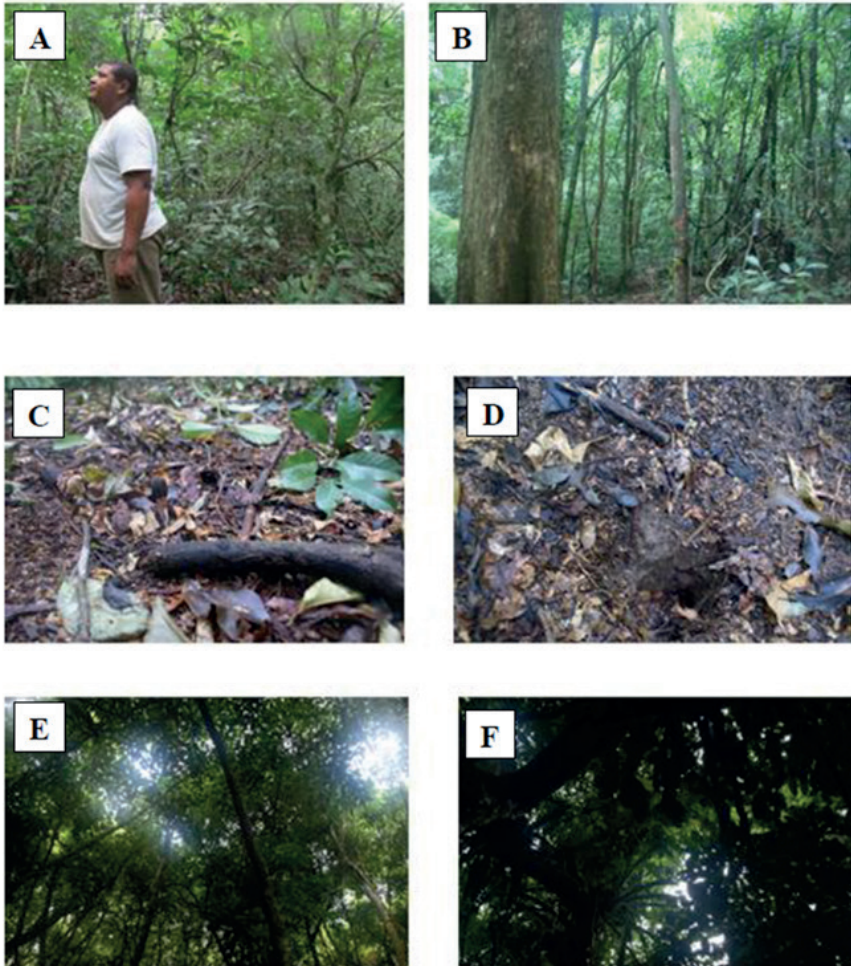
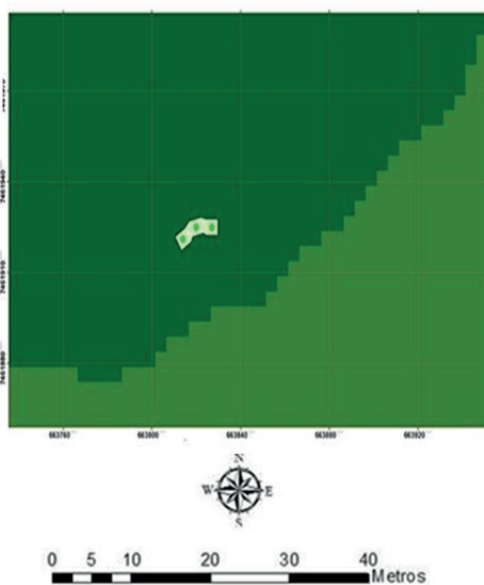


Figura 3. Fotos da EP caracterização da vegetação: (A) e (B) sub-bosque, (C) e (D) cobertura do solo e serapilheira e (E) e (D) dossel e abertura de copa. Ano:2019.

Geramos o modelo digital de elevação (MDE) no formato GRID, com resolução espacial de 5 m a partir da Base Cartográfica Vetorial Contínua do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:25.000. Esse modelo foi gerado no software Arc Map 10.3. A partir da geração desses mapas pudemos escolher áreas que tivessem inclinação semelhante, definindo a EP com declividade de 16 e a ES com 14 graus. Ambas as áreas foram mantidas na cota 40.

Parcela Experimental – Área pioneira (AP)



Parcela Experimental – Área secundária (AS)

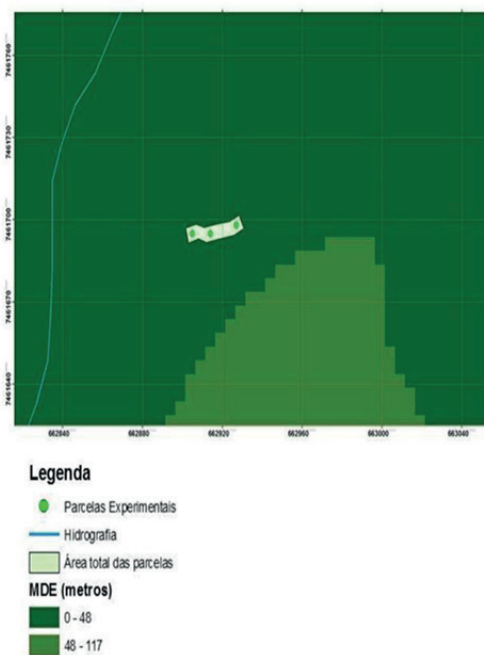
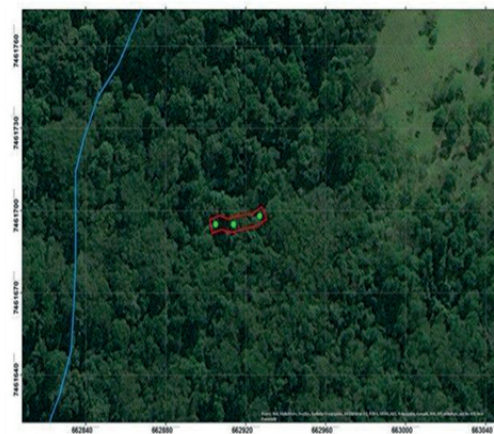


Figura 4. Parcelas EP e ES e suas cotas altimétricas a partir do modelo de elevação e curso hídrico. Ano: 2019.

Levantamento e classificação do solo

Para fazer a análise das propriedades do solo foi aberta, em cada área, uma

trincheira para a descrição do perfil do solo por área. Cada trincheira tinha ca. 1,25 m de profundidade. Foram feitas a descrição por horizonte; designação por camada; profundidade; cor, utilizando o nome e notação de Munsell, se a cor é com mosqueados ou variegada; granulometria e textura; estrutura; cerosidade, superfície de fricção; superfície de compressão; superfícies foscas; grau de coesão; consistência seca; cimentação; consistência úmida e molhada; e variação de espessura do horizonte quando a transição não for plana (IBGE, 2007). Além disso, foram observados presença de raízes, atividade de fauna, declive, cobertura vegetal e material de origem.

Coleta de amostras e análise das propriedades físicas do solo

Em cada um dos perfis abertos foi possível observar e descrever os horizontes do solo e coletar amostras deformadas, sendo três amostras por horizonte do solo. As trincheiras foram abertas em degrau com auxílio de enxadas, enxadões e pás de terra para facilitar o trabalho de classificação do solo, estando localizadas no terço inferior de encosta, sob áreas com diferentes coberturas florestais.

As amostras coletadas foram encaminhadas para a Embrapa Solos para análises químicas e físicas. As composições físicas selecionadas foram: quantificação das frações terra fina, cascalho e calhaus presentes na amostra original através da pesagem de cada uma dessas frações. Para as análises químicas foram analisados o pH; Ca^2 , Mg^2 , K, Al^3 e H (complexo sortivo); N, P assimilável e C orgânico. A soma das bases (complexo sortivo) + a acidez potencial (N, P assimilável e C orgânico) é conhecida como a CTC efetiva. Os métodos utilizados para a obtenção dos resultados estão disponíveis no Manual de métodos de análise de solo (2017).

Medição da condutividade hidráulica em campo

Para a medição da condutividade hidráulica saturada (K_{sat}) *in situ* foi utilizado o Permeâmetro modelo IAC, desenvolvido com embasamento no Permeâmetro de Guelph por Sidney Vieira (1995–1998). No centro de cada subparcela foram escavados três furos de 10 cm de diâmetro nas profundidades de 15 cm e 40 cm, dispostos aleatoriamente dentro de cada parcela. Para estatística, foram realizadas três repetições em cada teste, resultando em um total de 36 ensaios de condutividade (Figura 4). As leituras da taxa de fluxo (cm/s) foram realizadas, em leituras regulares, no nível d'água através do reservatório graduado. Cada ensaio teve a duração de 30 a 60 minutos, dependendo das condições do solo, tendo sido a condição de *steady-state* definida quando três medições consecutivas iguais foram obtidas.

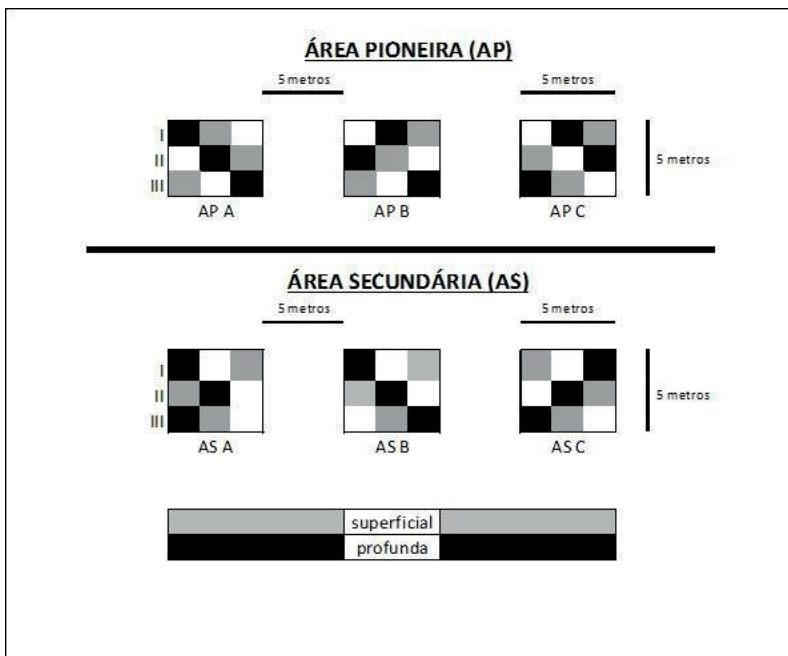


Figura 5. Delineamento amostral das parcelas para o ensaio e medição da condutividade hidráulica saturada em diferentes profundidades. Ano: 2019.

O procedimento aqui utilizado para a medição da condutividade hidráulica baseia-se na premissa do permeâmetro de carga constante, com carga hidráulica constante de 10 cm. Foi utilizada posteriormente a equação de Elrich *et al.* (1989), descrita abaixo, sendo obtidos os valores de K_{sat} em cm/s, onde: K_{sat} = Condutividade Hidráulica saturada (cm/s); C = constante de proporcionalidade adimensional; Q = vazão constante (cm³/s); a = raio do furo (cm); H = Carga constante aplicada (cm); α = parâmetro de correção do meio poroso (cm/s).

$$K_{sat} = CQ \div [2\pi H^2 + C\pi a^2 + (2\pi \div \alpha)]$$

Assim, é possível detectar o padrão de variação local da condutividade hidráulica (K_{sat}) tanto a partir do seu comportamento médio (média aritmética) quanto da sua variabilidade, a partir do coeficiente de variação.

Avaliação da estrutura da vegetação

Com a finalidade de dimensionar as características da vegetação das áreas estudadas, foram mensuradas em todos os indivíduos arbóreos as circunferências dos troncos a 1,30 m do solo (CAP), tendo sido anotados aqueles com CAP com perímetro maior ou igual a 15 cm. Esse critério foi adotado a fim de definir os indivíduos considerados

adultos em florestas do bioma Mata Atlântica (CAIAFA, 2007; MARTINS, 2007; MORO; MARTINS, 2011). Os indivíduos foram identificados até espécie e foram mensuradas a altura (estimativa da distância do topo da copa até o solo), a cobertura de copa e a circunferência dos troncos. Foi calculada área basal, que expressa a ocupação em termos de área e a densidade de indivíduos por m². No centro de cada parcela, foi mensurado o grau de abertura da copa das árvores (%; Abertura De Copa) através do aplicativo para smartphones GLAMA “Gap Light Analyser Mobile App”. A diversidade de espécies foi avaliada pelo índice de Shannon (H’).

RESULTADOS

Características pedológicas

Os solos de ambas as áreas foram classificados como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abruptico (SBCS, 2015). A diferença entre as áreas se dá no 5º nível categórico, onde em EP o solo é plintossólico e em ES é cambissólico (SBCS, 2015). Em ambas as áreas se observou a presença de minerais pouco intemperizados como mica e feldspato, minerais muito presentes nos granitos e gnaisses da região.

No perfil da EP foram classificados quatro horizontes, nos quais os horizontes mais superficiais (A e BA) apresentavam textura franco-arenosa, passando para uma granulometria mais argilosa nos horizontes subjacentes (Btg1 e Btg2). Os resultados referentes à granulometria mostram que na área EP ocorre um acréscimo de 40% no teor de argila do horizonte AB para o Bt1, enquanto os teores de silte, areia fina e areia grossa têm um pequeno decréscimo, respectivamente de 10%, 18% e 20%. Nos horizontes Btg1 e Btg2 do perfil foi observada a coloração variegada, vermelho-amarelado e bruno-acinzentada típica em horizontes plínticos, formada pela restrição à percolação de água. Nesse perfil foi encontrada a presença abundante de raízes finas no horizonte A, sendo encontradas raízes finas por todo horizonte de forma mais esparsa. Em relação à atividade edáfica, foi detectada a presença de cigarras a cerca de 30 cm da superfície.

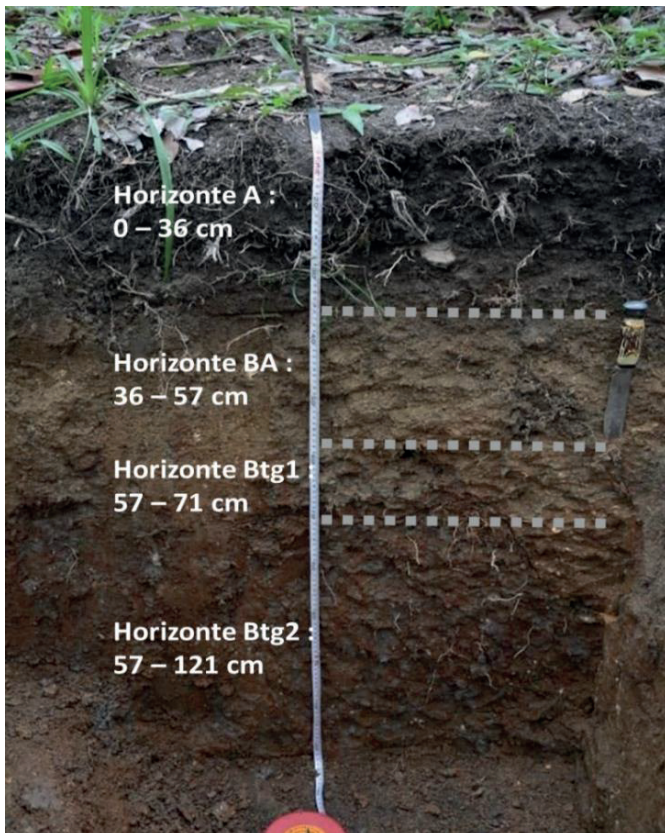


Figura 6. Perfil do solo da área EP, classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrupto plintossólico. Ocorre aqui cobertura de herbáceas e observa-se a presença de raízes finas ao longo de todo perfil e sua coloração é variegada nos horizontes (Btg1 e Btg2). Ano: 2019.

No perfil de solo da área ES (Figura 7) foram classificados quatro horizontes e descritas as características morfológicas e atividades edáficas. Destaca-se aqui que o perfil é composto pelo horizonte superior A, seguido de um horizonte com maior presença de argila, classificado como um típico horizonte Bt (B textural), definido pelo enriquecimento de argila em relação ao horizonte superior (Horizonte A). Subsequente ao horizonte Bt seguem os horizontes BC e C, nos quais se notou forte presença de minerais primários como mica e feldspato. A composição granulométrica da área ES apresenta um aumento de 60% no teor de argila do horizonte A para o horizonte Bt. A partir de BC ocorre uma queda de 11% no teor de argila na passagem para o horizonte C. No entanto, por se tratar de uma pequena redução, o solo ainda se mantém significativamente argiloso, mesmo em maiores profundidades. Sobre os demais teores da composição granulométrica, vemos um decréscimo de 42% no teor de areia grossa do horizonte A para o Bt, também ocorreu decréscimo de 37% no teor de areia fina na transição de BC para o Bt. As granulometrias de areia grossa e fina assim com silte passam a ter acréscimo, no entanto esses acréscimos

não passam de 20%. Em relação à matiz, destaca-se um horizonte C de coloração variegada composta de vermelho-amarelado refletindo a oscilação na drenagem. Em relação à presença de raízes, esse perfil apresenta raízes finas e medianas nos horizontes A e Bt, e, de forma menos densa, raízes medianas nos horizontes BC e C. Sobre a atividade edáfica, essa área possui forte presença de fauna na superfície do solo, como: minhocas, formigas e cupins.

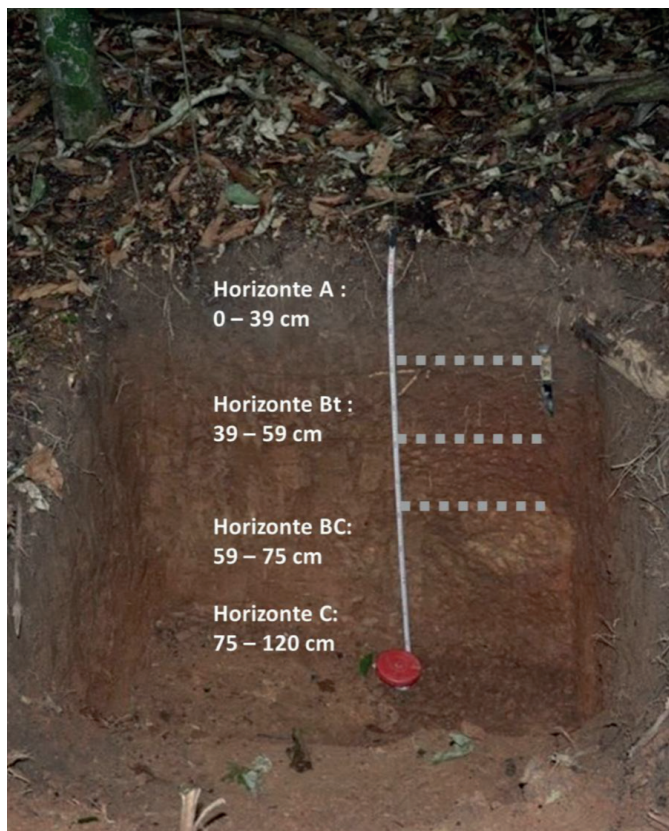


Figura 7. Perfil do solo de EP, classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico abrupto cambissólico. No perfil vemos que o solo do entorno apresenta densa cobertura de serapilheira e durante o perfil presença de raízes finas e medianas. Fonte: Ano: 2019.

Propriedades físicas e químicas dos solos

A Tabela 1 apresenta, para cada horizonte do perfil de solo das duas áreas estudadas, os resultados obtidos para granulometria, grau de floculação, pH, complexo sortivo, fósforo assimilável, carbono orgânico e nitrogênio. Esses resultados mostram que o solo da área ES possui maiores valores de grau de floculação, nitrogênio, fósforo assimilável e carbono orgânico. Essa diferença é observada nos primeiros horizontes, e valores mais baixos e pH por todo o perfil. Em relação aos elementos constituintes do complexo sortivo, não foi observado um padrão na diferença entre as duas áreas estudadas.

Tabela 1. Atributos químicos do complexo sortivo, fósforo assimilável, carbono orgânico e nitrogênio total das áreas EP e ES por horizontes, e composição granulométrica.

Área	Horizonte	pH (1:2,5)	Complexo Sortivo cmol _c kg ⁻¹										P ass- milável mg kg ⁻¹	C (orgâ- nico) g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	Frações da amostra total				Composição granulométrica da terra fina g kg ⁻¹				
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Valor S (soma)	Al ³⁺	H ⁺	Valor T	Calhaus >20 mm	Cas- calho 20-2 mm				Terra fina <2 mm	Areia grossa 2,0/20 mm	Areia fina 0,20- 0,05 mm	Silte 0,05- 0,002 mm	Argila < 0,002 mm	Argila disper- sa em água g kg ⁻¹			
Estágio Primário (EP)	A	4,8	0,8	1,3	0,12	0,04	2,3	0,5	4,0	6,8	3	9,4	0,9	0	109	891	482	218	159	141	121			
	AB	5,1	0,4	1,3	0,07	0,06	1,8	0,8	2,9	5,5	1	3,3	0,5	0	161	839	504	169	146	181				
	Bt1	5,5	0,6	1,8	0,08	0,37	2,8	2,5	1,9	7,2	1	3,3	0,6	0	99	901	336	116	120	428	0			
	Bt2	5,5	0,5	2,9	0,08	0,06	3,5	2,1	3,3	8,9	1	5,2	0,8	0	16	984	143	43	70	744	0			
	A	4,4	1,4	1,0	0,26	0,05	2,7	0,9	5,2	8,8	7	15,8	1,8	0	53	947	476	130	171	223	203			
	Bt	4,2	0,1	1,2	0,41	0,04	1,7	3,5	2,9	8,1	1	5,6	0,9	0	39	961	192	60	130	618	0			
Estágio Secundária (ES)	BC	4,3	0,1	2,0	0,25	0,05	2,4	2,8	3,2	8,4	1	3,9	0,6	0	48	952	212	80	173	535	0			
	C	4,3	0,1	1,8	0,14	0,05	2,1	2,9	2,8	7,8	1	2,5	0,4	0	36	964	248	115	207	430	0			

Condutividade hidráulica

A Tabela 02 apresenta os resultados de condutividade hidráulica do solo nas profundidades de 15 cm e 40 cm de profundidade (com a média, desvio padrão e coeficiente de variação [CV]), com três réplicas para cada parcela e para cada profundidade escolhida. Os resultados de condutividade hidráulica apresentam maiores diferenças quando interpretados por suas profundidades, tanto em EP quanto em ES a um acréscimo de 55% na média da K_{sat} de 15 cm se comparado com a K_{sat} média nos 40 cm de profundidade.

Tabela 2. Condutividade hidráulica média de EP e ES, desvio padrão e coeficiente de variação nas profundidades de 15 cm e 40 cm, teste f e teste p dos resultados dos ensaios de condutividade.

Profundidade	Área	Condutividade hidráulica mm/h	Desvio padrão mm/h	Coefficiente de variação %
15 cm	EP	162.9 (n=9)	124.18	76.6
	ES	179.03	97.2	53.7
	valor-f	0.106		
	valor-p	0.75		
40 cm	EP	46.54 (n=9)	28.8	61.1
	ES	51.02 (n=9)	25.2	51.7
	valor-f	0.12		
	valor-p	0.73		

Estrutura da vegetação arbórea

Na área EP os resultados médios são 21,03 cm de CAP médio (circunferência a altura do peito) e dossel de 5,3 m. Em relação às espécies, existe a predominância de *Machaerium hirtum*, *Inga laurina* e *Schinus terebinthifolia*, o levantamento aponta a presença de três famílias, sendo Fabaceae a família com maior quantidade de indivíduos, o índice de diversidade de Shannon-Wheaver é 1,52 nats/ind. Já na área ES os resultados médios mostram 39,01 cm de CAP e 15,7 de dossel. Em relação às espécies, por sua vez, predominam *Coussarea* sp. e *Sparattosperma leucanthum*, com uma diversidade de 1,88 nats/ind, estando presentes oito famílias, sendo a Rubiaceae a que possui a maior quantidade de indivíduos. Outros importantes resultados da estrutura da vegetação são riqueza e densidade, que apresentam acréscimos no ES em comparação ao EP, já a abertura de copa é reduzida do EP para o ES. Sendo um acréscimo de 50% na riqueza de espécies e de 100% na densidade arbórea, a abertura de copa é maior na área EP do que em ES (Tabela 03).

Tabela 3. Características média da estrutura da vegetação, riqueza, densidade, área basal, abertura de copa e índice de diversidade (H').

Estrutura da vegetação						
Área	Nº de parcelas	Riqueza (nº de espécies)	Densidade (ind/hectare)	Área basal (m ² /hectare)	Abertura de copa (%)	H' (ind/nats)
EP	3	3.3	1733	2	34.2	1
ES	3	6	4133	20.5	11.4	1.48
valor-F		19.69	64.8	111.2	7.3	8.6
valor-p		<0.001	<0.001	<0.001	<0.02	0.01

DISCUSSÃO

Aspectos pedológicos e da estrutura da vegetação nos trechos de diferentes estágios de sucessão

Nossos resultados indicam que a textura de ambos os solos apresenta valores semelhantes, dobrando em teor de argila do horizonte A para o horizonte subjacente, característica típica dos Argissolos. Embora a textura seja um importante fator controlador da dinâmica água-solo, esta pode não ter correlação direta com o conteúdo de água no solo (TALKNER *et al.*, 2010). A presença tanto de materiais de origens similares quanto de solos com texturas próximas pode explicar a proximidade nos padrões de condutividade hidráulica observados. Dessa forma, a permeabilidade do solo teria a pedogênese como aspecto preponderante na sua regulação. No entanto, apesar dos valores serem próximos, a média permanece maior na área ES tanto para a condutividade hidráulica quanto para a matéria orgânica, diferenciando os perfis em termos da dinâmica solo-água. No horizonte A, a área mais preservada (ES) apresenta quase o dobro do teor de matéria orgânica do que a área com floresta em estágio inicial (EP). Tal comportamento se repete ao longo de quase todos os horizontes, com exceção do último horizonte da EP, no qual os valores de matéria orgânica são maiores do que aqueles observados no horizonte de ES em mesma profundidade. Esses valores de matéria orgânica podem influenciar na estrutura do solo, afetando propriedades físicas como a densidade global e a porosidade do mesmo (BERTOLINO *et al.*, 2010), que são aspectos fundamentais para entender as respostas hidrológicas do solo.

Com relação às propriedades químicas do solo, constatamos que o desenvolvimento da vegetação tende a aumentar o teor de carbono do solo. Em nosso estudo observamos um aumento de 59,5% na área ES em relação à área EP, o que está de acordo com Chen *et al.* (2020), que encontraram valores ainda maiores de incremento de carbono orgânico

no solo. Comportamento semelhante foi observado no teor de fósforo assimilável, o qual teve um aumento de 42% na área ES em relação à área EP, mostrando que o teor de fósforo aumenta gradualmente com a densidade de indivíduos arbóreos e sua produção de serapilheira (CHEN *et al.*, 2020). Assim como nas pesquisas realizadas por Huang *et al.* (2018) e Chen *et al.* (2020), em nosso estudo os níveis de fósforo, nitrogênio, carbono e pH foram os mais influenciados, com aumento na concentração de todos esses elementos, exceto pH, na área ES. Aparentemente, devido à semelhança entre os solos das duas áreas aqui estudadas, os quais são derivados de materiais parentais semelhantes (gnaiesses e granitos), os teores de Ca, Mg e K mudam pouco entre elas. Sobre os teores, Ca, Mg e K, pesquisas evidenciam que são taxas de resposta de pouca relevância no impacto da restauração da vegetação na modificação dos solos (TAKOUTSING *et al.*, 2016; CHEN *et al.*, 2020).

Em termos fisionômicos, a vegetação da área EP apresenta-se menos estruturada do que a da área ES, sendo que essa diferença é decorrente dos diferentes históricos de uso das áreas. Enquanto a área EP, após o cessar das atividades agrícolas, manteve-se como um pasto subaproveitado, a área ES iniciou um processo de regeneração natural. Apesar das duas áreas estarem na mesma cota altimétrica e terem condições topográficas semelhantes, a proximidade da área EP com atividades antrópicas resultou em uma área com maior degradação. Em contrapartida, a área ES possui pelo menos 60 anos de ausência de degradação, o que favoreceu a regeneração da vegetação estimulada pelo forte fluxo de propágulos oriundos de fragmentos florestais adjacentes à área. Destaca-se que a estrutura atual da área EP é decorrente do projeto Mutirão Reflorestamento, que refloresta priorizando espaços desmatados em encostas próximas a comunidades vulneráveis, com forte tendência à ocupação irregular, expostas a eventos de enchentes, assoreamento de rios e canais de drenagem. Este estudo guiou-se principalmente pela estrutura da vegetação como definidor do estágio de sucessão, mas poucos estudos relacionaram a hidrologia do solo com o aspecto temporal da vegetação (ZIMMERMANN *et al.*, 2010; HASSLER *et al.*, 2011; ARCHER *et al.*, 2016). A definição dos aspectos escolhidos pelas pesquisas para relacionar solo-vegetação são diversas, incluindo, dentre outras, densidade de raízes (BERTOLINO *et al.*, 2010; COELHO NETTO *et al.*, 1987), riqueza de espécies (TALKNER *et al.*, 2010), classificação da fitofisionomia (GERIS *et al.*, 2015) e aspectos morfológicos da vegetação (KIM *et al.*, 2014).

Efeitos da sucessão ecológica na condutividade hidráulica do solo

Os resultados das características físico-hídricas evidenciam a importância do uso da terra na influência dos valores de condutividade hidráulica do solo saturado (DONER *et al.*, 2010). Em nossos resultados de K_{sat} percebemos uma variabilidade acentuada, o que é comum para essa propriedade, que pode chegar a variações de 420% em uma

mesma área (BONNEL, 1983; WARRICK; NIELSEN, 1980). Dessa forma, torna-se possível, em uma mesma floresta, encontrarmos diferentes valores de condutividade hidráulica e, conseqüentemente, taxas distintas de recarga, devido a fatores associados às características do solo, à densidade de indivíduos arbóreos e às diferentes zonas de interceptação (WARRICK; NIELSEN, 1980, TANIGUCHI; SHARMA, 1993, GERIS *et al.*, 2015). A existência de fluxos preferenciais é outro fator determinante na amplitude dos valores de condutividade hidráulica do solo em uma determinada área. Esses fluxos podem estar associados a fendas/rachaduras no solo, buracos de raízes, principalmente nos primeiros 20 cm, (ZHANG *et al.*, 2016) e buracos feitos por animais (THOMPSON *et al.*, 2012). Nas duas áreas estudadas (EP e ES) notou-se atividade biogênica. Na área ES observaram-se padrões diversos que apontam para diferentes agentes biológicos - insetos, pássaros, répteis e roedores - enquanto em EP houve atividade visível basicamente de insetos.

Os valores de K_{sat} das duas áreas aqui estudadas, no entanto, não apresentam diferenças estatísticas significativas, embora a média em ES seja maior do que aquela observada em EP. O aumento da K_{sat} a partir da recuperação da vegetação é constatado por Zimmerman *et al.* (2006), em estudo realizado na Amazônia, que encontraram maiores médias na K_{sat} em área de regeneração natural com abandono de sete anos do que em áreas com vegetação degradada. Outras pesquisas evidenciam que a permeabilidade pode se recuperar de forma relativamente rápida, uma vez que a floresta é plantada, como evidenciou um grupo de pesquisadores liderados por Archer *et al.* (2016), que mensuraram que os valores de K_{sat} observados em uma floresta de 48 anos se encontravam próximos àqueles de uma floresta de 300 anos. As condições de K_{sat} observadas no topo do solo (15 cm de profundidade), nas áreas EP (162,02 mm/h) e ES (179,03 mm/h), atestam uma pequena diferença entre as médias das áreas, demonstrando uma tendência mais vagarosa no aumento das taxas de K_{sat} se comparada à encontrada por Archer *et al.* (2016) nas florestas mais maduras. Neste estudo, nas duas áreas analisadas, encontramos menores valores de K_{sat} na profundidade de 40 cm, sugerindo uma tendência dessa diminuição devido ao aumento nos teores de argila nas porções mais inferiores do perfil (VIEIRA; FERNANDES, 2004).

A importância do estágio de sucessão florestal no aumento da heterogeneidade espacial da permeabilidade do solo

Os resultados aqui apresentados atestam que a área em estágio primário (EP) apresenta um maior coeficiente de variação de K_{sat} , evidenciando que quanto mais madura for a floresta, mais homogêneos serão os valores de K_{sat} , o que corrobora com estudos que demonstram que essa é a propriedade do solo que possui maior variabilidade espacial e temporal em áreas com vegetação menos madura (LOZANO-BAEZ *et al.*,

2018). A classificação do solo influenciou em 80% dos valores encontrados nas taxas de permeabilidade nas pesquisas de Hrachowitz *et al.* (2009), destaca-se na pesquisa que solos refletem os efeitos integrados do clima, topografia, material de origem, vegetação e uso do solo, assim, o uso do solo pode acentuar ou atenuar essa variabilidade. Durante os trabalhos de campo foi observado que a área EP apresentava uma maior heterogeneidade, tendo a presença de gramíneas, regeneração e serapilheira, as quais encontravam-se distribuídas de forma desigual. Outro fator que pode ter contribuído para essa maior heterogeneidade de K_{sat} em EP é a maior circulação de pessoas, quando comparada com a área ES. Essa observação foi suportada pelos maiores valores de CV notados em EP (76,6%) do que em ES (61,1%) para a porção mais superficial do solo (15 cm), atestando que a variabilidade de K_{sat} diminui com a profundidade, na qual se sente menos a influência do uso da terra.

CONCLUSÕES

A hidropedologia observa a interação entre os processos pedológicos e hidrológicos em distintas escalas espaciais e temporais. O recorte do capítulo considerou o uso do solo, em particular dos solos florestais, e foi utilizada a escala do perfil do solo. Os resultados alcançados evidenciam que diferenças nas propriedades químicas, principalmente as que possuem correlação com presença de vegetação, tais como carbono orgânico, nitrogênio e fósforo ocorrem basicamente nos primeiros horizontes. Em relação ao K_{sat} as maiores diferenças ocorreram em nível de profundidade e não relacionadas ao grau de amadurecimento da vegetação, mostrando que a 15 cm de profundidade do solo obtivemos maiores valores dessa propriedade do que a 40 cm de profundidade.

A propriedade química com maior incremento foi o carbono (orgânico) e seu aumento ocorreu no estágio de sucessão secundária. Os dois solos possuem altas taxas de acidez, decorrente tanto da pobreza do material de origem em cálcio, magnésio, potássio e sódio, assim como pelo alto teor de alumínio - principalmente em EP - apontando para a intensidade da intemperização.

A condutividade hidráulica apresentou médias maiores em nosso estágio secundário, tanto a 15 cm quanto em 40 cm. Além disso, apresentou menor coeficiente de variação (CV) apontando para um solo mais homogêneo. A menor variabilidade nessa propriedade aponta para o fato de que a presença da vegetação pode regulá-la. A condutividade hidráulica foi maior na profundidade mais superficial, em que a influência do uso de terra é ainda maior e pudemos ver diferença na biomassa presente.

REFERÊNCIAS

ARCHER N. A.; OTTEN W.; SCHMIDT S.; BENGOUGH A. G.; SHAH, N.; BONELL, M. Rainfall infiltration and soil hydrological characteristics below ancient forest, planted forest and grassland in a temperate northern climate. **Ecohydrology**. p. 585-600 2016.

- BERTOLINO, A. V. F. A.; FERNANDES, N. F.; MIRANDA, J. P. L.; SOUZA, A. P.; LOPES, M. R. S.; PALMIERI, F. Effects of plough pan development on surface hydrology and on soil physical properties in Southeastern Brazilian plateau. **Journal of Hydrology**. Amsterdam, Holanda, v. 393, p. 94-104, 2010.
- BONNEL, M.; CASSELLS, D.S.; GILMOUR, D. A. Vertical soil water movement in a tropical rainforest catchment in north-east Queensland. *Earth Surf. Processes Landforms*, 8: p. 253-272, 1983a.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 716 p, 2012.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução Conama nº 6, de maio de 1994**. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1994_006.pdf f. Acesso em: 3 dez. 2015.
- CHEN, C.; FANG, X.; XIANG, W.; LEI, P.; OUYANG, S.; KUZYAKOV, Y. Soil-plant co-stimulation during forest vegetation restoration in a subtropical area of southern China. *For. Ecosyst.* 2020, 7, 1–17.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo** 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1997. 212p. (Embrapa-CNPq. Documentos, 1).
- COELHO NETTO, A. L. C. Overland flow production in a tropical rainforest catchment: The role of litter cover. **Catena**, v. 14, p 213–231. 1987.
- FILOSO, S.; BEZERRA, M. O.; WEISS, K. C.; PALMER, M. A. Impacts of forest restoration on water yield: A systematic review. **PLoS ONE**, 2017, 12, e0183210.
- GERIS, J.; TETZLAFF, D.; MCDONNELL, J.; SOULSBY, C. The relative role of soil type and tree cover on water storage and transmission in northern headwater catchments. **Hydrological Processes**, v. 29, n. 7, p. 1844-1860, 2015.
- HASSLER, S. K.; ZIMMERMANN, B.; van BREUGEL, M.; HALL, J. S.; ELSENBEEER, H. Recovery of saturated hydraulic conductivity under secondary succession on former pasture in the humid tropics. **For. Ecol. Manag.** 2011, 261, 1634–1642.
- HILLEL, D. **Environmental Soil Physics**. London: Academic Press, 1ª ed., 494 p. 1998.
- HUANG, F. F.; ZHANG, W. Q.; GAN, X. H.; HUANG, Y. H.; GUO, Y. D.; WEN, X. Y. (2018) Changes in vegetation and soil properties during recovery of a subtropical forest in South China. **J Mt Sci** 15(1):46–58.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira Classificação da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 271 2012.
- LOZANO-BAEZ, S. E.; COOPER, M.; FERRAZ, S. F. B.; RIBEIRO RODRIGUES, R.; PIRASTRU, M.; DI PRIMA, S. **Previous land use affects the recovery of soil hydraulic properties after forest restoration**. *Water* 2018, 10, 453.
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, p. 478, 2004.

SCIENTIFIC COLLECTIONS INTERNATIONAL. Disponível em: <http://scicoll.org/research.html>. Acesso em: 15 maio 2017.

SIOLI, H. **Amazônia**: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Petrópolis: ed. vozes ltda, p. 69, 1985.

SMAC, 2000. **Espécies Ameaçadas de Extinção no Município do Rio de Janeiro**: Flora e Fauna. Secretaria de Meio Ambiente, p. 68.2000.

SOCIETY for ecological restoration international science & policy working group. 2004. The SER international Primer on Ecological Restoration. Disponível em: www.ser.org Acesso em: 15 maio 2016.

SOLÓZARNO, A.; OLIVEIRA, R. R.; GUEDES-BRUNI, R. R. História ambiental e estrutura de uma floresta urbana. *In*: OLIVEIRA, R. R (org). **As marcas do homem na floresta**: História Ambiental de um trecho de mata urbana. PUC- Rio. Rio de Janeiro. Pp 87-118. 2005.

TAKOUTSING, B.; WEBER, J. C.; TCHOUNDJEU, Z.; SHEPHERD, K. Soil chemical properties dynamics as affected by land use change in the humid forest zone of Cameroon. **Agrofor Syst** 90(6):1089–1102. 2016.

TALKNER, U.; KRÄMER, I.; HÖLSCHER, D.; BEESE, F. O. Deposition and canopy exchange processes in central-German beech forests differing in tree species diversity. **Plant Soil** 336:405–420, 2010.

TANIGUCHI, M.; SHARMA, M. L. Determination of groundwater recharge using the change in soil temperature. **J. Hydrol.**, 148:219 229, 1993.

THERON, E.; LE ROUX, P. A. L.; HENSLEY, M.; VAN RENSBURG, I. Evaluation of the Aardvark constant head soil permeameter to predict saturated hydraulic conductivity. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, Vol 134, 2010.

THOMPSON, J.; SHEEDY, J.; ROBINSON, N.; REEN, R.; CLEWETT, T.; LIN, J. **Pre-breeding wheat for resistance to root-lesion nematodes** Leslie Research Centre, Toowoomb, 2012.

VIEIRA, S. R. Permeâmetro: novo aliado na avaliação de manejo do solo. **O Agrônomo**, Campinas, v.47-50, p.32-33, 1998.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. *In*: HILLEL, D. ed. **Applications of soil physics**. New York, Academic Press, 350p. 1980.

ZHANG, Y. H.; NIU, J. Z.; ZHANG, M. X.; ZHU, W. L. 2017. Interaction between plant roots and soil water flow in response to preferential flow paths in Northern China. **Land Degradation & Development** 28: p. 648-663, 2017.

ZHAO, D.; XU, M.; LIU, G.; MA, L.; ZHANG, S.; XIAO, T.; PENG, G.; 2017. Effect of vegetation type on microstructure of soil aggregates on the Loess Plateau, China. **Agric. Ecosyst. Environ.** 242, 1–8.

ZIMMERMANN, B.; ELSENBEER, H.; DE MORAES, J. M. The influence of land-use changes on soil hydraulic properties: Implications for runoff generation. **For. Ecol. Manag.** 2006, 222, 29–38.

ZIMMERMANN, B.; PAPRITZ, A.; ELSENBEER, H. Asymmetric response to disturbance and recovery: Changes of soil permeability under forest–pasture–forest transitions. **Geoderma** 2010, 159, 209–215.

A TRILHA INTERPRETATIVA FIOCRUZ MATA ATLÂNTICA

Data de aceite: 13/03/2023

Lucia Silva de Santana

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Stella Martins Patitucci

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Mylena de Souza Borges

Área de Saúde Ambiental, Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO: O presente trabalho descreve a implementação de ações de conservação através de práticas de educação ambiental em uma trilha interpretativa da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA). A interpretação se fundamenta na captação e tradução de informações referentes ao ambiente vivenciado. A metodologia utilizada se baseou em trabalhos de campo para determinação do traçado, análise do terreno, identificação dos pontos com potencial para interpretação e atrativos relacionados, considerando aspectos culturais, históricos, ambientais e geográficos. A trilha interpretativa é uma

ferramenta para estimular a percepção dos visitantes sobre a necessidade de conservação da biodiversidade, em particular da Mata Atlântica e das florestas urbanas, além do patrimônio histórico dessa região.

PALAVRAS-CHAVE: trilha interpretativa, conservação, estação biológica

INTRODUÇÃO

A região de Jacarepaguá, localizada na zona Oeste do município do Rio de Janeiro, possui elevada taxa de crescimento habitacional (O'DONNELL, 2020) e isso vem exercendo pressão sobre o remanescente da Floresta da Pedra Branca, a maior floresta urbana do Brasil e do Mundo (PELLIN *et al.*, 2014), protegida em sua maior parte pelo Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB).

O PEPB tem papel central no equilíbrio hídrico e climático dessa região. O Maciço da Pedra Branca compreende 13 bacias principais e 70 microbacias (COSTA, 2002a), que irradiam em direção às baixadas litorâneas e interioranas. A

rede hidrográfica possui uma forte relevância regional por ser um dos divisores de águas das três macrobacias do município do Rio de Janeiro. São elas: Baía de Guanabara, Baía de Sepetiba e Baixada de Jacarepaguá (PEREIRA, 2010). A vegetação, tipicamente do bioma Mata Atlântica, apresenta-se como um grande mosaico vegetacional formado por manchas de vegetação em diferentes estágios sucessionais, que pode ter sido causado especialmente pela constituição geomorfológica do Maciço. O domínio de Floresta Ombrófila Densa é predominante, com as formações de Floresta Ombrófila Densa Submontana, que compreende 83% da área do PEPB, em altitudes de até cerca de 500 metros, e Floresta Ombrófila Densa Montana, que compreende as áreas acima, abrangendo 16% da área do PEPB (INEA 2013).

A flora registrada é de 934 espécies distribuídas em 118 famílias botânicas, dentre elas destaca-se a *Neoregelia camorimiana*, bromélia, que é uma espécie endêmica¹ (INEA, 2013). A fauna do PEPB ainda é pouco conhecida e é caracterizada pela presença de espécies nativas de Mata Atlântica, algumas delas ameaçadas de extinção, e espécies introduzidas como saguis, além da presença de cães e gatos domésticos no interior e borda da floresta (TAVARES *et al.*, 2021; VERÍSSIMO *et al.*, 2022).

A Mata Atlântica é a floresta tropical mais ameaçada do planeta, possuindo atualmente apenas 5% da sua cobertura original, o que pode levar rapidamente ao seu desaparecimento. Por isso, são de grande importância os estudos e atividades visando a práticas que despertem a conscientização em relação à conservação desse bioma. A Mata Atlântica constitui um dos biomas mais ricos em diversidade biológica do planeta, assim como um dos mais ameaçados, o que faz dela um dos cinco mais importantes *hotspots* de biodiversidade (D'ARRIGO, 2020).

Originalmente a Mata Atlântica ocupava 98% da área do Rio de Janeiro, considerando diferentes formações florestais, como as Florestas Ombrófila Densa, Estacional Semidecidual e Estacional Decidual; além de ecossistemas associados, como manguezais, restingas e campos de altitude (MUYLAERT *et al.*, 2018).

O termo “floresta ombrófila densa”, criado por Ellemberg & Mueller-Dombois, (1974) substituiu o termo “pluvial” (de origem latina) por “ombrófila” (de origem grega), ambos com o significado “amigo das chuvas”.

A Floresta Ombrófila (ou floresta pluvial) é um tipo de vegetação caracterizada como mata perenifólia ou sempre-verde, cujo dossel pode alcançar 50 m, com árvores emergentes de até 40 m de altura. Possui densa vegetação arbustiva, composta por samambaias, arborescentes, bromélias e palmeiras. As trepadeiras e epífitas (bromélias e orquídeas), bem como os cactos também são muito abundantes. Nas áreas úmidas, temporariamente encharcadas, antes da degradação promovida por ação antrópica, ocorriam figueiras (*Ficus*

1. Uma espécie endêmica é aquela espécie animal ou vegetal que ocorre somente em uma determinada área ou região geográfica. O endemismo é causado por quaisquer barreiras físicas, climáticas e biológicas que delimitem com eficácia a distribuição de uma espécie ou provoquem a sua separação do grupo original.

clusiifolia), jerivás (*Syagus romanzoffiana*) e palmito (*Euterpe edulis*).

A interpretação de trilhas ecológicas em um ambiente de floresta tem como objetivo principal despertar os visitantes para a importância da conservação desse espaço, oferecendo informações relevantes que suscitem a curiosidade. Contudo, não se pretende somente a transmissão de informações, mas sim, a participação, troca de saberes e experiências. Segundo Pádua (1997), a interpretação nas trilhas pode incluir atividades dinâmicas e participativas, em que o público recebe informações sobre recursos naturais, exploração racional, conservação, aspectos culturais, históricos, econômicos, arqueológicos e outros.

Para Jesus & Selva (2006), o uso de trilhas de interpretação ambiental tem se mostrado de grande importância tanto para o enriquecimento da experiência do visitante como também para a sensibilização deste para a conservação dos recursos naturais. Sem se ater ao simples entretenimento, as atividades a serem desenvolvidas devem estar sempre vinculadas ao componente educativo para estimular o aprendizado (MILANO, 2001). Desta forma, a interpretação pode ser utilizada como uma ferramenta para a Educação Ambiental, tornando as trilhas mais do que meros acessos aos atrativos locais, mas sim num espaço que pode ser compreendido e sentido.

Segundo Guimarães (2010), os objetivos de uma trilha podem ser desdobrados em vários pontos relacionados à experiência, percepção e interpretação ambiental, mas o objetivo principal de toda ela é o resgate do significado e do valor da interação “pessoa-paisagem”. Somente é possível valorizar as experiências ambientais durante o percurso de uma trilha interpretativa como educativas e vivenciais na medida em que estejam vinculadas a uma visão ecológica na qual o sentimento de ser parte seja priorizado. Nesse sentido, as atividades de interpretação ambiental devem ser desenvolvidas, mobilizadas com base no desejo de reeducarmo-nos, visualizando nossas ações e nossa compreensão a respeito do ambiente e do outro.

Este trabalho se justifica pela importância de estimular a conservação desse trecho de floresta, utilizando uma abordagem lúdica, que possibilita a discussão e reflexão quanto às interações/alterações causadas pelo ser humano no habitat. Pretende-se, com isso, propor ações que possibilitem a conservação da fauna e flora da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica (EFMA), localizada em Jacarepaguá, zona Oeste do município do Rio de Janeiro.

METODOLOGIA

A EFMA tem 430 hectares e situa-se parcialmente sobreposta ao Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), na vertente leste do Maciço da Pedra Branca. A EFMA tem, segundo sua portaria de criação, o propósito de apoiar, estimular e acolher a pesquisa, a inovação, a educação, a disseminação e a divulgação do conhecimento sobre a diversidade

socioambiental e a relação entre ambiente e saúde.

A Trilha contempla uma abordagem sistêmica da paisagem, suas partes e correlações de forma que se perceba que a natureza e o ser humano são indissociáveis.

O momento inicial compreendeu a escolha do seu trajeto, que adaptado à interpretação ambiental é denominado Trilha Interpretativa Fiocruz Mata Atlântica. Seu percurso possui 1,5 km dentro da EFMA, com duração média de 90 min, chegando a seu ponto culminante, o reservatório da Cachoeira da Escada D'água (Figura 1).

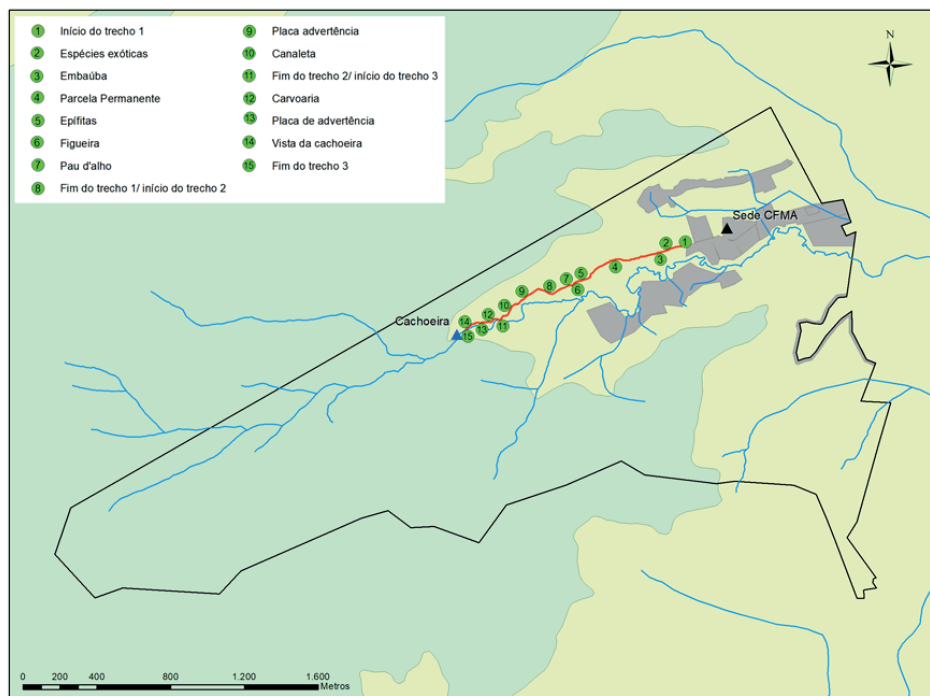


Figura 1. Mapa da trilha interpretativa Fiocruz Mata Atlântica e seus pontos interpretativos georreferenciados. Fonte: PDCFMA/2018.

Os grupos de visitantes têm no máximo 20 pessoas por mediador e intercalam momentos de caminhada com paradas nos “pontos de interpretação”. Esse quantitativo de pessoas por mediador foi definido para garantir maior facilidade de locomoção em alguns de seus trechos, porém ainda não foi executado o estudo sobre a sua capacidade de carga. As caminhadas são guiadas e durante o percurso o mediador interpreta o ambiente utilizando as placas e o material de apoio, estimulando sempre a participação do grupo-alvo. Assim, o grupo deixa de ser passivo para ser ativo “descobridor” do meio natural.

A atividade é realizada preferencialmente no período de abril a dezembro, na parte da manhã para evitar a exposição ao sol e calor intenso. Cada visitante recebe um par

de perneiras, precisa estar adequadamente vestido (uso de sapatos fechados, calça comprida) e deverá participar de uma breve apresentação das normas de segurança para evitar acidentes. Recomenda-se a utilização de repelentes e boné, e cada participante é responsável por levar sua garrafa com água, pois o percurso não possui pontos com água potável. Todos são orientados a não deixar lixo na trilha nem levar nada do ambiente.

Por oferecer trechos com dificuldade diferentes, a trilha teve sua classificação baseada na norma ABNT NBR 15505-2/2019 e é dividida em três segmentos de diferentes níveis de dificuldade. O primeiro é considerado de acesso “pouco severo”, o segundo é definido como “severo” e o último “bastante severo”. Todas essas e outras informações constam na placa de abertura em dois idiomas. A classificação garante ao visitante saber de antemão como será o nível de dificuldade do percurso e sua mobilidade, já que não possui adaptações para garantir segurança a pessoas com restrições de mobilidade. Não é recomendada a visitação em dias chuvosos ou com ventania, pois há risco de cheias repentinas no volume do rio e quedas de árvores. A participação é feita através de agendamento prévio, on-line ou através de contato telefônico. Atualmente, o percurso é guiado por mediadores, mas com a instalação das placas de interpretação e de advertência, poderá ser autoguiada.

Todas as placas de direção e interpretação foram confeccionadas em material de alumínio composto (ACM) adesivadas com Policloreto de vinila (PVC) impresso com tinta polimerizável ultravioleta (UV) de alta resistência. Seus suportes são em eucalipto tratado com bases de metal fixadas ao solo com concreto armado a 50 cm de profundidade, segundo as normas dos manuais de identificação de trilhas por placas do ICMBIO (2018) e INEA/PEPB (2014). Elas correspondem aos 12 pontos interpretativos de parada nos quais efetuam-se explicações sobre os temas relacionados ao meio ambiente (fauna, flora, formações geológicas, historicidade do local, entre outros), além de três de advertência.

Todas as informações relevantes estão descritas no Procedimento Operacional Padrão (POP) da trilha interpretativa.

A Figura 2 mostra o layout pré-definido em concordância às normas do INEA/PEPB (2009).

A Embaúba (*Cecropia pachystachya*)

Embauba Tree



Árvore nativa (do Brasil), da família *Urticaceae*, ocorrendo na Mata Atlântica e na região de depressão central do Rio Grande do Sul. É oca e em forma de candelabro.

Curiosidades

- Mirmecófito é um tipo de planta que vive em estreita associação com uma colônia de formigas;
- Mutualismo é a associação entre dois seres vivos, na qual ambos são beneficiados, resultando frequentemente em dependência mútua;
- A cecropia é conhecida como a árvore do bicho preguiça, pois essa é uma de suas árvores favoritas, alimentando-se de suas folhas;
- A Preguiça comum (*Bradypus variegatus*) é quase exclusivamente arbórea, descendo ao solo apenas para trocar de árvore e defecar, o que acontece em intervalos aproximados de 8 dias.



Figura 2. Layout das placas de pontos de interpretação seguiram as normas do Manual do INEA/PEPB (2014). Adequações e arte: Lin Lima.

São 12 pontos interpretativos, como mostra a Tabela 1, e cada um deles tem uma placa.

Tabela 1. Pontos interpretativos da trilha interpretativa.

Placa	Identificação	Coordenadas geográficas
1	Conduta consciente	22°56'23.04"S/43°24'08.15"O
2	Abertura da trilha	22°56'26.17"S/43°24'20.42"O
3	Reservatório (advertência)	22°56'25.08"S/43°24'21.05" O
4	Mata Atlântica	22°56'27.03"S/43°24'23.29"O
5	A Embaúba	22°56'27.36"S/43°24'24.40"O
6	Estação Biológica	22°56'28.86"S/43°24'32.41"O
7	Epífitas	22°56'32.57"S/43°24'38.18"O
8	Figueira	22°56'33.02"S/43°24'39.44"O
9	Pau D'alho	22°56'33.29"S/43°24'40.19"O
10	Canaletas	22°56'35.16"S/43°24'48.25"O
11	Córrego Engenho Novo	22°56'37.22"S/43°24'51.12"O
12	Cachoeira Escada d'água	22°56'38.88"S/43°24'52.55"O

Trilha Interpretativa Fiocruz Mata Atlântica
Traduzindo a linguagem do ambiente
Pontos de Interpretação

Durante todo o percurso da trilha os visitantes são incentivados a participar e refletir sobre formas de conservação ambiental desse espaço. Os assuntos podem ser aprofundados, dependendo do grupo. A linguagem foi adequada de forma clara e objetiva para que todos pudessem entender, independente do grau de formação/instrução.

A seguir, um roteiro dos pontos interpretativos:

Primeiro Ponto: aborda regras de conduta consciente em ambientes naturais, procedimentos e regras de segurança.

1. Estamos entrando em ambiente de floresta onde muitos animais têm hábitos noturnos e estão dormindo nesse momento, então seu silêncio é primordial para que não os perturbemos e possamos ouvir os sons do ambiente.
2. Não pisoteie as margens da trilha, permaneça sempre no caminho central.
3. Não retire nada do ambiente, daqui só vamos levar recordações e fotos.
4. Se você gerou lixo durante a caminhada, traga-o de volta e despeje-o em um local apropriado.

Segundo Ponto: Placa de abertura: informa sobre o percurso, o grau de dificuldade, duração e a localização de cada parada, “pontos interpretativos”. Também consta uma lista de telefones úteis;

1. O que esperam encontrar na trilha?
2. O que a Fiocruz faz aqui nesse território?
3. Como era essa floresta quando a Fiocruz chegou aqui?
4. Que projetos a Fiocruz desenvolve aqui? O Projeto de restauração ecológica da Fiocruz Mata Atlântica.

Terceiro Ponto: alerta sobre o risco e proibição de banho no reservatório de água.

Quarto Ponto: informa sobre o bioma Mata Atlântica e perspectivas sobre o que vamos encontrar no percurso da trilha:

1. O que é o bioma Mata Atlântica?
2. Por que recebe esse nome?
3. O que é floresta Ombrófila?
4. Você sabia que a Mata Atlântica foi quase toda desmatada? Um pouco da

história dessa floresta.

5. Como está sentindo a temperatura nesse momento?
6. Como são as árvores neste início da trilha, são grandes?
7. Aguce seus sentidos, conecte-se à natureza!

Quinto Ponto: presença da embaúba (*Cecropia pachystachya*), informa sobre interação com o bicho preguiça (*Bradypus variegatus*) e a formiga *Azteca* sp., além de sua importância dentro do processo de sucessão ecológica:

1. Você sabia que no tronco dessa árvore vive uma colônia de formigas?
2. Essa interação protege a árvore e a árvore também protege as formigas, isso se chama mutualismo.
3. Você sabia que o bicho preguiça gosta de se alimentar das folhas da embaúba? A partir desse momento vamos identificá-la na trilha e vamos à procura do bicho preguiça!
4. Você sabia que o bicho preguiça só desce da árvore de tempos em tempos, aproximadamente 1 semana? Por que você acha que ele quase nunca desce da árvore?
5. A embaúba exerce papel importantíssimo no processo de sucessão ecológica e tem uma vida média de mais ou menos 10 anos.

Sexto Ponto: informa sobre a importância da Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica e as pesquisas nela desenvolvidas:

1. O que é uma Estação Biológica?
2. Você sabia que muitos pesquisadores trabalham nesse espaço? Suas pesquisas fornecem informações muito importantes para a popularização da ciência.

Sétimo Ponto: marca a presença de inúmeras epífitas, correlações e sua importância dentro do bioma:

1. O que são plantas epífitas?
2. A importância ecológica da Bromélia.
3. Que animais podem viver na bromélia?
4. A bromélia ajuda a disseminar o mosquito transmissor da Dengue, Zica e Chikungunya?
5. Que mosquito transmite essas doenças? Quais as condições para sua propagação? Como podemos evitá-la?
6. Vamos olhar um pouco ao nosso redor? Como são as árvores neste ponto da trilha? E o solo, como são chamadas essas folhas caídas no chão? Qual a

função da serapilheira no ciclo dos nutrientes?

7. E a temperatura nesse local, como está sentindo?

Oitavo Ponto: marca a presença da figueira (*Ficus clusiifolia*), árvore mata-pau, epifitismo e importância histórica da espécie:

1. O que é Epifitismo?
2. Como se dispersa a figueira?
3. Por que as Figueiras foram poupadas de serem cortadas tempos atrás?
4. Como se dá o processo de estrangulamento que a Figueira faz em outras árvores?
5. O que acontece quando uma árvore morre dentro da floresta?

Nono Ponto: marca a presença do pau d'algo (*Gallesia integrifolia*), planta nativa da Mata Atlântica e suas propriedades medicinais:

1. Através da folha ou pequeno corte no tronco podemos sentir o cheiro dessa árvore. Ela tem cheiro de quê?
2. Essa é uma árvore nativa. O que isso quer dizer? E como chamamos as árvores que não são nativas?

Décimo Ponto: Sistema de canaletas que captavam as águas do córrego até a fazenda do antigo engenho.

1. A captação das águas do córrego Engenho Novo. Explicando a historicidade do local.
2. O caminho da água no meio da floresta. A obra de engenharia que fazia a água descer até o chafariz apenas utilizando a força da gravidade.

Décimo Primeiro Ponto: Sub-bacia do Córrego Engenho Novo um dos afluentes da Lagoa de Jacarepaguá.

1. O córrego Engenho Novo e o porquê desse nome.
2. Você sabia que este córrego é um dos afluentes da Lagoa de Jacarepaguá?
3. O que é uma mata ciliar? Qual a função e a importância dela?
4. O que faz um córrego/rio secar?
5. Pode-se beber dessa água? E tomar banho, pode?

Décimo Segundo Ponto: Reservatório da Cachoeira da Escada D'água. Ponto de parada para descanso e fotos.

1. O porquê do reservatório.
2. Reflexões acerca da importância da floresta na manutenção dos recursos hídricos.
3. A importância da floresta para o sistema lagunar de Jacarepaguá.
4. Ponto final da trilha.

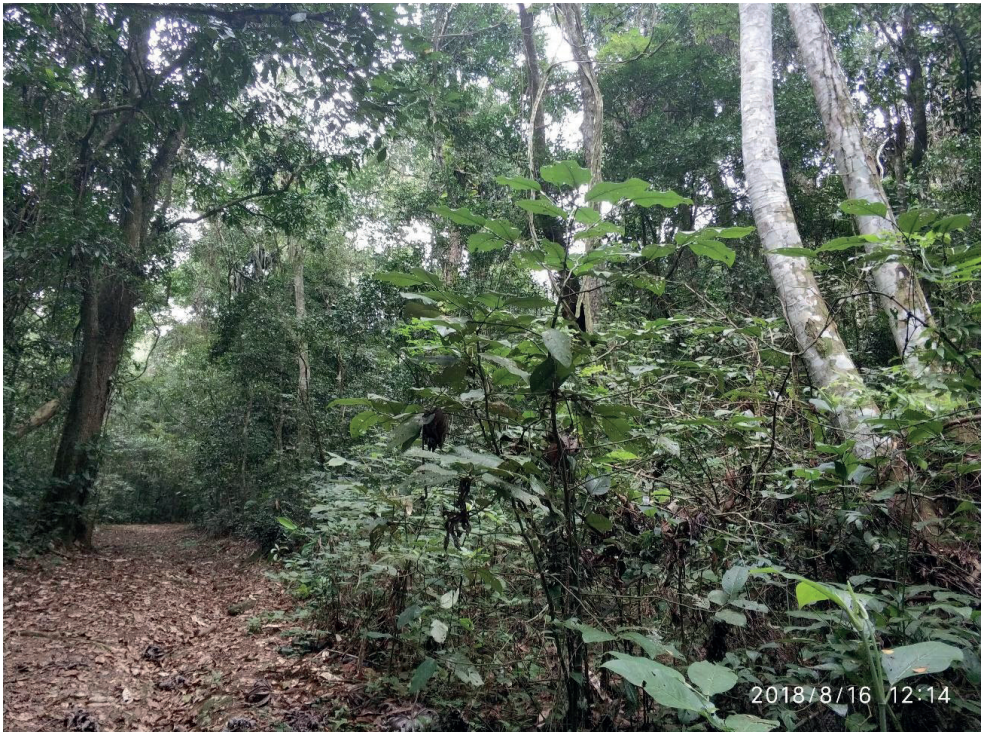


Figura 3. Trecho da trilha interpretativa Fiocruz Mata Atlântica. Autora: Ana Paula Rodrigues Cavalcante de Paiva, 2018.

CONSIDERAÇÕES

A Trilha Interpretativa Fiocruz Mata Atlântica é baseada no princípio educativo que se configura na representatividade do indivíduo, não na postura antropocêntrica, mas que se vê e se coloca como parte desse ambiente e, por isso, são elementos indissociáveis.

As práticas de educação ambiental realizadas na Trilha Interpretativa não têm apenas a função de transmissão de conhecimento e conceitos, mas também buscam viabilizar uma aprendizagem socioambiental. Por isso, a necessidade de o mediador questionar e provocar o indivíduo a se posicionar, além de favorecer a experiência sensorial, à problematização na mudança de atitude.

Dessa forma, propõe-se que visitantes deixem de ser agentes passivos para serem

sujeitos ativos que possam desenvolver atitudes de conservação ambiental. Elas também são instrumentos que ajudam a entender e despertar para as interações ecológicas que acontecem em um determinado habitat.

Durante o período de julho de 2018 a setembro de 2020, a Trilha Interpretativa Fiocruz Mata Atlântica atendeu a 625 participantes, entre alunos do ensino fundamental, ensino médio, mediadores de outras trilhas, alunos de pré-vestibular, alunos de graduação, agentes ambientais e jornalistas.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15505-2 – Classificação de percurso**. 2019.

COSTA, V.C. **Análise do Parque Estadual da Pedra Branca (RJ) por geoprocessamento: uma contribuição ao seu plano de manejo**. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 317p. 2002A.

D'ARRIGO, R. C. P.; LORINI, M. L.; RAJÃO, H. A. A seleção de áreas para conservação da Mata Atlântica brasileira: Revisão de estudos voltados para a priorização espacial. **Biodiversidade Brasileira – BioBrasil**. Edição temática: diálogos entre a academia e a Gestão de áreas Protegidas: Programa de Pós-graduação Profissional-Biodiversidade em Unidades de Conservação, 10(2): 36-49, n.2, 2020.

GUIMARÃES, S. T. L. Trilhas Interpretativas e Vivências na Natureza: aspectos relacionados à percepção e interpretação da paisagem. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v.20, n.33, p.8-19, 2010.

ICMBIO. **Manual de Sinalização de Trilhas**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2018). Ministério do Meio Ambiente. Brasília-Distrito Federal.

INEA. Instituto Estadual de Ambiente (2009). **Manual de Sinalização de Parques e Reservas do Rio de Janeiro**. Governo do Estado do Rio de Janeiro.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente (2013). **Plano de Manejo do Parque Estadual da Pedra Branca**. Resolução INEA nº 74/2013. Diário Oficial 122, p. 124.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente (2014) **Manual de identidade visual Unidades de Conservação** - Rio de Janeiro.

JESUS, J. S.; SELVA, V. F. Estudo comparativo do uso de trilhas interpretativas nos Parques Nacionais de Ubajara, Ceará, e Sete Cidades, Piauí. *In: Anais do I Congresso Nacional de Planejamento e Manejo de Trilhas*. Rio de Janeiro: Infotrilhas, 2006.

MILANO, M. S. Conceitos e princípios gerais de ecologia e conservação. *In: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza* (Ed.). Curso de administração e manejo em Unidades de Conservação. Curitiba: FBPN, 2001. p. 1-55.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. John Wiley & Sons, New York. 547 pp.

MUYLAERT, R. L.; VANCINE, M. H.; BERNARDO, R.; OSHIMA, J. E. F.; SOBRAL-SOUZA, T.; TONETT, V. R.; RIBEIRO, M. C. (2018). Uma nota sobre os limites territoriais da Mata Atlântica. **Oecologia Australis**, 22(3), 302-311.

O'DONNELL, J.; ARAUJO, M.; CORTADO, T. Apresentação do dossiê tempo, espaço e sociabilidades na zona oeste carioca. Dilemas - **Revista de estudos de conflitos e controle social**. V.13, n.1, p.1-5, 2020.

PADUA, S. M.; VALLADARES-PADUA, C. Um programa integrado para conservação do mico-leão-preto (*Leontopithecus chrysopygus*) – pesquisa, educação e envolvimento comunitário. *In*: PADUA, S. M.; TABANEZ, M. F. **Educação Ambiental**: caminhos trilhados no Brasil. Brasília: Pax, 1997. p. 119-131.

PELLIN, A.; CARVALHO, G.; REIS, J. C. Gestão do Uso Público em Unidades de Conservação urbanas: o caso do Parque Estadual da Pedra Branca (RJ). Management of public use in urban protected areas: the case of Pedra Branca State Park (RJ, Brazil). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.7, n.2, 2014.

PEREIRA, E.S. (2010). **Geodiversidade do Parque Estadual da Pedra Branca - Rio de Janeiro**: Subsídios para o planejamento geoturístico. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 189p.

TAVARES, J.; NOVAES, R.; VERÍSSIMO, I.; KUZEL, M. A.; DA COSTA-NETO, S.; RANGEL, C.; BORGES, M.; MEDRADO, H.; ALVES, B.; SOUZA, R.; PINTO MENEZES, A. C.; MENEZES-JÚNIOR, L. F.; DIAS, D.; DE ANDREAZZI, C.; GENTILE, R.; MORATELLI, R. Bats from the Pedra Branca Forest, Rio de Janeiro, Brazil. **Biodiversity Data Journal**, v. 9, p. e77400, 2021.

VERÍSSIMO, I.; CUPOLILLO, G.; JORGE, B. M.; NOVAES, R. L.; TAVARES, J.; GABRIEL, M.; COSTA-NETO, S.; DO COUTO, A. L.; SCHMIDT, E.; MIRANDA, A.; DE ANDREAZZI, C.; MORATELLI, R. Medium- and large-sized mammals from Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica, Rio de Janeiro, south-eastern **Brazil**. **Biodiversity Data Journal**, v. 10, p. e86756, 2022.

- Alexandre Monteiro de Carvalho** - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ
- Alexandro Guterres** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Alfredo Carlos Rodrigues de Azevedo** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Amanda Camargos de Moura** - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG
- André Tavares Corrêa Dias** - Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro
- Andrea Vanini** - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Arnaldo Maldonado Jr.** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Carolina Nogueira Xavier** - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG
- Cecilia Siliansky de Andreazzi** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. Centro de Ecologia Funcional, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal
- Cláudia Alves de Andrade Coelho** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Debora Ferreira Barreto Vieira** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Elba Regina Sampaio de Lemos** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Elizabeth Ferreira Rangel** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Elizangela Feitosa da Silva** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Enzo Messias Custodio Niza** - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

- Flavia Cristina dos Santos Rangel** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Gabriel Cupolillo** - Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ
- Iuri Veríssimo** - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Jaílton Paes Costa** - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Jonatas Amorim Tavares** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Jonathan Gonçalves-Oliveira** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Jorge Antônio Lourenço Pontes** - Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ
- Jorlan Fernandes** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- José Reinaldo Moreira da Silva** - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG
- Jucicleide Ramos-de-Souza** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Lucia Silva de Santana** - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Luiz Eduardo Mendonça Regio** - Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ
- Marcos Alexandre Nunes da Silva** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Margarete Martins dos Santos Afonso** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Maria Alice do Amaral Kuzel** - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Maria Fernanda Affonso Penna** - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Michelle Ferreira - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz; Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ

Monique Medeiros Gabriel - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Mylena Borges - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Nataly Araújo de Souza - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Nelson Ferreira Fernandes - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ

Nilson Rendeiro Pereira - Embrapa Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rio de Janeiro, RJ

Paulo Fernando Trugilho - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

Paulo Sérgio D'Andrea - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Paulo Sérgio Rodrigues - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Pedro Henrique de Paula Silva - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

Pedro Henrique Medeiros Rajão - Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ

Raphaelly de Oliveira Ferreira - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

Raquel G. Boullosa - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Ricardo Moratelli - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Roberto Leonan Morim Novaes - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Rosana Gentile - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Silvana Carvalho Thiengo - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Sócrates F. Costa-Neto - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. Programa de Pós-doutorado Júnior, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Stella Martins Patitucci - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Suzete Rodrigues Gomes - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Tatiana Rozental - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Thamires Canuto de Oliveira - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Thiago dos Santos Cardoso - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. Programa de Pós-Doutorado Nota 10, Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), Rio de Janeiro, RJ

Wagner Alexandre Costa - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ

Wigor Deivid de Melo Santos - Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

- André Zaú** - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ
- Andrea Vanini** - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, RJ
- Bruno Couto da Silva** - Engenheiro Florestal autônomo
- Carlos Eduardo Lustosa Esbérard** - Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ
- Cecilia Siliansky de Andreazzi** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ. Centro de Ecologia Funcional, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal
- Clélia Christina Mello Silva Almeida da Costa** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Davor Vrcibradic** - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ
- Keiti Roseani Mendes Pereira** - Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC
- Luciana de Moraes Costa** - Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ
- Maria Inês Doria Rossi** - Instituto de Ciência e Tecnologia em Biomodelos, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Mariana de Andrade Iguatemy** - Diretoria de Pesquisas, Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ
- Natalie Olifiers** - Universidade Veiga de Almeida, Rio de Janeiro, RJ
- Ricardo Moratelli** - Fiocruz Mata Atlântica, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- Teresa Cristina Monte Gonçalves** - Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ
- William Douglas de Carvalho** - Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Espanha
- Ximena Maria Constanza Ovando** - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG

Ricardo Moratelli é biólogo de vida silvestre, com graduação em Ciências Biológicas (2000) e mestrado em Biologia Animal (2003) pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, doutorado em Zoologia (2008) pelo Museu Nacional e treinamento pós-doutoral no National Museum of Natural History, Smithsonian, Washington, DC, EUA. Desde 2006, é tecnologista em Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e, desde 2010, integra a equipe do Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica, atuando como coordenador executivo desde 2023. Atua também como coordenador adjunto do Programa de Pesquisa Translacional em Saúde Única (Fio-Saúde Única) da Fiocruz. É docente e orientador de alunos de mestrado e doutorado nos programas de pós-graduação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Biodiversidade e Saúde da Fiocruz. Desenvolve pesquisas sobre diversidade de morcegos neotropicais, levantamento de patógenos em mamíferos, coexistência humano-animal e levantamentos biológicos e conservação da biodiversidade na Mata Atlântica. Publicou mais de 80 artigos e capítulos de livros. É Membro Afiliado da Academia Brasileira de Ciências, Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 do CNPq, Cientista Faperj e Pesquisador Associado do Museu Nacional de História Natural, Instituto Smithsonian, EUA.

Marina Carvalho Furtado possui graduação em Medicina Veterinária (2005) pela Universidade Federal Fluminense; mestrado em Doenças Infecciosas/Cardiologia e Infecções (2010) pelo Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas da Fundação Oswaldo Cruz (INI/Fiocruz) em convênio com o Instituto Nacional de Cardiologia; e doutorado em Doenças Infecciosas (2015) pelo INI/Fiocruz, com período sanduíche no Diagnostic Center for Population and Animal Health, Michigan State University, EUA. Desde 2003 atua em pesquisa e vigilância de zoonoses em animais domésticos e silvestres. Durante seis anos integrou a equipe da Área de Saúde Ambiental do Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica. Desde 2021 atua no Serviço de Anatomia Patológica do INI/Fiocruz, sendo responsável pelo diagnóstico de doenças infecciosas em primatas não humanos e aves silvestres.

Andrea Vanini possui graduação em Ciências Biológicas (1996) pela Universidade Federal de Uberlândia; mestrado em Ciências Florestais (1999) pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP); e doutorado em Biologia Vegetal (2009) pela Universidade de Campinas (UNICAMP). Foi professora substituta no Departamento de Ciências Ambientais do Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Ecologia Florestal e Restauração Ecológica, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia vegetal, biodiversidade e saúde, mudanças climáticas e conservação da Mata Atlântica. É tecnologista em Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), desde 2014, e integra a equipe do

Programa de Desenvolvimento do Campus Fiocruz Mata Atlântica desde 2009, coordenando projetos de conservação, fitossociologia, florística, marcação de matrizes, coleta de sementes, produção de mudas e restauração ecológica na Fiocruz Mata Atlântica e outras áreas contíguas na Floresta Pedra Branca.



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Biodiversidade e Saúde

na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica
pesquisa, conservação e educação



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Biodiversidade e Saúde

na Estação Biológica Fiocruz Mata Atlântica
pesquisa, conservação e educação