

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**JOÃO VICTOR OLIVEIRA SOUSA**

**CONGRUÊNCIA ESPACIAL DAS ÁREAS DE REGIONALIZAÇÃO E ENDEMISMO  
NA MATA ATLÂNTICA**

**SOROCABA**

**2022**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

JOÃO VICTOR OLIVEIRA SOUSA

**CONGRUÊNCIA ESPACIAL DAS ÁREAS DE REGIONALIZAÇÃO E ENDEMISMO  
NA MATA ATLÂNTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientação: Prof. Dr. Fernando Rodrigues da Silva

SOROCABA

2022

**Folha de aprovação**

João Victor Oliveira Souza

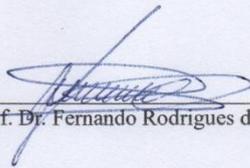
**“CONGRUÊNCIA ESPACIAL DAS ÁREAS DE REGIONALIZAÇÃO E ENDEMISMO  
CONSIDERANDO A DISTRIBUIÇÃO DE DIFERENTES GRUPOS BIOLÓGICOS NA  
MATA ATLÂNTICA”**

Trabalho de Conclusão de Curso

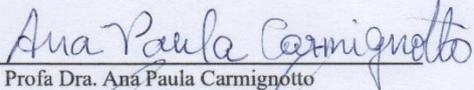
Universidade Federal de São Carlos – *campus* Sorocaba

Sorocaba, 02 de setembro de 2022.

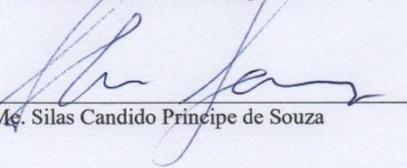
Orientador

  
Prof. Dr. Fernando Rodrigues da Silva

Membro 1

  
Profa Dra. Ana Paula Carmignotto

Membro 2

  
Mç. Silas Candido Príncipe de Souza

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, que me apoiaram e me incentivaram em todos os momentos de meu estudo. Agradeço minha mãe Helena de Oliveira que sempre me auxiliou nessa etapa, com um esforço descomunal que só uma mãe teria, me visitando nos momentos de solidão e sempre me mostrando que dias melhores viriam. Agradeço também meu cachorro Mamba, que adotei em Sorocaba enquanto estava no final da graduação e que me ajudou nos momentos de tristeza, me fazendo companhia e alegrando meus dias. Também agradeço Lola, minha porquinha da Índia e a Lili, a salsichinha que alegraram muitos dias de minha vida.

Agradeço aos meus amigos da turma de Bio Bach 017, Bárbara Silva Barbosa, Isabelle Christine Corrêa de Araújo, Isis Minhós Yano, João Victor Cassiel Ferraz, João Victor Mendonça de Oliveira e Raíssa Razera, que estiveram comigo durante o período da graduação e me apoiaram nos momentos de felicidade e de angústias também; agradeço os aprendizados e momentos vividos que levarei para vida toda. Agradeço também a Fernanda Campos dos Santos, que proporcionou uma amizade que levarei para sempre comigo e me auxiliou em dúvidas frequentes na realização de trabalhos da faculdade, além de sua companhia e palavras de ânimo para concluir essa etapa. Desejo a todos vocês o melhor que a vida pode trazer, sempre lembrarei de cada momento vivido e o grande carinho que tenho por cada um.

Agradeço a José Marques Ribas por todo apoio, seja financeiro e emocional, que proporcionaram a mim e minha mãe. Agradeço também a Angela Marques Ribas Gaia e Maria Inês Regatto pelo incentivo à minha formação, me proporcionando estadia em Campinas para poder participar do IX Congresso de Herpetologia, além de me presentear com diversos livros de serpentes.

Agradeço ao meu amigo Matheus Alves, que esteve comigo em muitas ocasiões, proporcionando muitos momentos de diversão, mas também apoio em minha vida.

Agradeço meu orientador e professor, Fernando Rodrigues da Silva, que foi extremamente paciente e compreensivo, sanando minhas dúvidas, desde as grandes, até as mínimas. Além de possuir uma metodologia de ensino enriquecedora que me fez crescer como aluno de ciências biológicas.

Por fim, agradeço a todas as outras pessoas que me auxiliaram nessa etapa.

“O que adquire entendimento ama a sua alma;  
o que conserva a inteligência acha o bem.”

Provérbios 19:8

## RESUMO

Como os padrões geográficos contemporâneos de diversidade de espécies são formados ainda é uma questão não resolvida na biogeografia e ecologia. A Mata Atlântica é um dos domínios fitogeográficos mais ameaçados do mundo e um dos hotspots mundiais de biodiversidade. A grande riqueza de espécies e endemismo na Mata Atlântica são geralmente atribuídos à complexidade topográfica (i.e. elevação variando do nível do mar a 2.000 m acima do nível do mar) e latitudinal (i.e. extensão de 25°), e a elevada variação das condições climáticas passadas e atuais. Delimitações de áreas de endemismos ou biogeográficas na Mata Atlântica foram propostas separadamente considerando aves, anuros, opiliões, plantas e serpentes. Contudo, não há um consenso se os principais eventos afetando a taxa de diversificação e dispersão, tais como topografia (e.g. soerguimento de montanhas), rios como barreiras, oscilações climáticas passadas e atuais, são congruentes para os diferentes grupos biológicos. Neste trabalho, realizei uma revisão bibliográfica para avaliar as congruências entre as delimitações das áreas de endemismo e regionalizações propostas para diferentes grupos biológicos (e.g. anuros, aves, mamíferos, plantas e serpentes) na Mata Atlântica. Os primeiros artigos delimitando ecorregiões ou áreas de endemismos foram publicados no início da década de 70, e foi registrado um aumento relevante no número de publicações a partir de 2000. A maior quantidade de trabalhos encontrados se refere ao grupo das aves, enquanto plantas e opiliões foram os grupos com o menor número de artigos encontrados. Notou-se que o ArcGIS e o R foram os programas mais utilizados na manipulação de dados e mapas obtidos nas publicações. Cadeia de montanhas, rios e variações climáticas atuais e históricas apresentaram grande influência na distribuição dos diferentes grupos na Mata Atlântica, gerando um padrão de congruência que foi notado em cinco grandes regiões: Pernambuco, Florestas Secas/Interior da Bahia, Bahia costeira, Serra do Mar e Paraná/Floresta araucária.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica, Regionalização, Distribuição biogeográfica, Hotspot, Anfíbios, Serpentes, Mamíferos, Aves.

## ABSTRACT

How contemporary geographic patterns of species diversity are formed is still an unresolved question in biogeography and ecology. The Atlantic Forest is one of the most threatened phytogeographic domains in the world and one of the world's biodiversity hotspots. The high species richness and endemism in the Atlantic Forest are generally attributed to topographical (i.e. elevation ranging from sea level to 2,000 m above sea level) and latitudinal (i.e. 25° extension) complexity, and current and past climatic variations. Although delimitations of endemic and biogeographic areas have been proposed in the Atlantic Forest, they were defined separately for birds, frogs, harvestmen, plants and snakes. However, there is no consensus on whether the main events affecting the rate of diversification and dispersion, such as topography (e.g. mountain uplift), rivers as barriers, past and current climatic fluctuations, are congruent for different biological groups. Here, I performed a literature review to assess the congruences between the delimitation of endemic and regionalization areas for different biological groups (i.e. anurans, birds, mammals, and snakes) in the Atlantic Forest. The first articles delimiting ecoregions or areas of endemism were published in the early 1970s, with a significant increase in the number of publications from 2000 onwards. The largest number of works found refers to the group of birds while plants and harvestmen were the groups with the smallest number of articles. It was noted that the ArcGIS and the R were the programs most used in the manipulation of data and maps obtained. It was seen that mountain ranges, rivers, current and historical variations, showed great influence on the distribution of groups in the Atlantic Forest, generating a pattern of congruence that was noticed in five major regions: Pernambuco, Dry Forests/Bahia Interior Forests, Coastal Bahia, Serra do Mar and Paraná/Araucaria Forest.

**Key-words:** Atlantic Forest, Regionalization, Biogeographic distribution, Hotspot, Amphibians, Snakes, Mammals, Birds.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa da delimitação da área atual da Mata Atlântica .....	16
<b>Figura 2.</b> Cronologia e quantidade de publicações dos artigos encontrados no Web of Science com base no método utilizado .....	17
<b>Figura 3.</b> Mapa dos padrões espaciais de diversidade e endemismo na Mata Atlântica com base nos grupos utilizados .....	23
<b>Figura 4.</b> Mapa das ecorregiões da Mata Atlântica propostas por Peres et al., 2020 .....	24
<b>Figura 5.</b> Mapa das cinco grandes áreas de congruência espacial para os grupos utilizados .....	25

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1.** Características das métricas, dados e programas utilizados em cada publicação dos oito artigos selecionados para realizar a sobreposição dos mapas

..... 26

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAFE	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)
GBIF	Global Biodiversity Information Facility (Sistema Global de Informação sobre Biodiversidade)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i> (União Internacional para a Conservação da Natureza)
LGM	<i>Last Glacial Maximum</i> (Último Máximo Glacial)
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MZUSP	Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo
UC	Unidade de Conservação
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
USGS	United States Geological Survey (Serviço Geológico dos Estados Unidos)
WOS	Web of Science
WWF	World Wildlife Fund (Fundo Mundial da Natureza)

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>15</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>17</b>
4.1. Resultado da pesquisa	17
4.2. Escala espacial, métricas e programas utilizados em cada publicação	18
4.3. Descrição dos padrões por grupo	18
4.4. Sobreposição das áreas de endemismo	22
4.4.4. Preditores que influenciam os padrões de congruências	31
<b>5. CONCLUSÃO</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>35</b>
<b>MATERIAL SUPLEMENTAR</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A variação na composição espacial de espécies é um tema que sempre despertou interesse de naturalistas e biogeógrafos que buscam delimitar regiões biogeográficas com base na similaridade ou dissimilaridade faunística e florística entre regiões (Holt et al., 2013; Sclater, 1858; Wallace, 1876). Estas variações na composição de espécies são resultados de eventos históricos e contemporâneos que afetam os processos de especiação, extinção e dispersão entre regiões (Antonelli, 2017; Ficetola, Mazel & Thuiller, 2017; Humphries, 2001; Mackey, Berry & Brown, 2008; Piatti, et al., 2019; Rickfles, 1987). Por exemplo, barreiras físicas tais como oceanos, cadeias de montanhas e/ou grandes rios limitam a dispersão de espécies, enquanto oscilações climáticas atuais e passadas (e.g. filtros ambientais) selecionam as espécies que possuem adaptações fisiológicas para sobreviver e reproduzir em determinadas condições. O aumento da qualidade sobre as informações de distribuição espacial das espécies e o surgimento de novas abordagens estatísticas (Alroy, 2019; Kreft & Jetz, 2010; Vodá et al., 2015) tem auxiliado na compreensão de como diferentes processos atuam, delimitando a composição de espécies dentro das regiões biogeográficas em escalas globais (Ficetola, Mazel & Thuiller, 2017; Holt et al., 2013; Rueda, Rodríguez & Hawkins, 2013) e regionais (Godinho & da Silva, 2018; Moura, Argôlo & Costa, 2016; Rueda, Rodríguez & Hawkins, 2010; Vasconcelos et al. 2014). Embora a delimitação de regiões biogeográficas contribua para a compreensão dos processos ecológicos e evolutivos influenciando a distribuição das espécies (Ficetola, Mazel & Thuiller, 2017; Holt et al. 2013; Mackey, Berry & Brown, 2008) e na avaliação de áreas prioritárias para conservação (Ladle & Whittaker, 2011; Olson et al., 2001; Vasconcelos et al., 2019), raros são os estudos que avaliam padrões de regionalização dentro dos continentes ou biomas (e.g. escala espacial utilizada nos planejamento de conservação) considerando múltiplos grupos biológicos (e.g. Rueda, Rodríguez & Hawkins, 2010).

A Mata Atlântica é um dos biomas de florestas tropicais mais ameaçados do planeta, sendo classificado como um dos hotspots mundiais da biodiversidade, ou seja, área que abriga uma grande concentração de espécies endêmicas que sofrem ameaça por perda de habitat (Myers et al. 2000). Originalmente a Mata Atlântica possuía uma área correspondente a aproximadamente 1,3 milhões de km<sup>2</sup>, dos quais entre 84% e 89% foram convertidos para uso humano ou degradado por atividades humanas (Ribeiro et al. 2009). Atualmente, na Mata Atlântica, são registradas ocorrências de aproximadamente 719 espécies de anuros sendo 504

endêmicas, 1025 de aves sendo 215 endêmicas, 384 de mamíferos sendo 109 endêmicas e 517 de lagartos e serpentes sendo 126 endêmicas (Figueiredo et al., 2021). A grande riqueza e endemismo de espécies neste domínio fitogeográfico são geralmente atribuídos à complexidade topográfica (i.e. elevação variando do nível do mar a 2.000 m acima do nível do mar) e latitudinal (i.e. extensão de 25°), e a elevada variação das condições climáticas passadas e atuais (Carnaval et al., 2009; Oliveira-Filho & Fontes, 2000). Delimitações de áreas de endemismos ou biogeográficas na Mata Atlântica foram propostas separadamente considerando aves (Batalha-Filho et al. 2013; Batalha-Filho & Miyaki 2016; Cabanne, Santos & Miyaki, 2008; Cracraft, 1985; Jenkins et al., 2015; Silva, Sousa & Castelletti, 2004; Vale et al. 2018;), anuros (Vasconcelos et al. 2014), mamíferos (Costa et al. 2000; Costa, 2003; Martins et al. 2009), plantas (Palma-Silva et al., 2009; Ribeiro et al., 2011), opiliões (Pinto-da-Rocha, DaSilva & Bragagnolo, 2005) e serpentes (Guedes et al. 2017; Moura, Argôlo & Costa, 2016; Nogueira et al., 2019a). Enquanto o refúgio climático histórico associado com a complexidade topográfica foi a variável preditora que melhor explicou a distribuição das seis regiões biogeográficas delimitadas para serpentes (Moura, Argôlo & Costa, 2016), as condições climáticas contemporâneas e as fitofisionomias foram as variáveis preditoras que melhor descreveram a distribuição das quatro regiões biogeográficas delimitadas para anuros (Vasconcelos et al., 2014) na Mata Atlântica. Atualmente, não há um consenso se os principais eventos afetando a taxa de diversificação e dispersão, tais como topografia (e.g. surgimento de montanhas), rios como barreiras, oscilações climáticas passadas e atuais, são congruentes para os diferentes grupos biológicos. Assim, não sabemos se as regiões biogeográficas propostas para serpentes (Moura, Argôlo & Costa, 2016) são congruentes, por exemplo, com as regiões propostas para anuros (Vasconcelos et al. 2014) ou outros grupos biológicos.

Com base neste cenário, no presente trabalho, realizei uma revisão bibliográfica para avaliar as congruências entre as delimitações das áreas de endemismo e regionalizações propostas para diferentes grupos biológicos (e.g. anuros, aves, mamíferos, plantas e serpentes) na Mata Atlântica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

- Avaliar a congruência entre a distribuição de diferentes grupos biológicos (anfíbios, aves, mamíferos, plantas e serpentes) na Mata Atlântica.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Avaliar a distribuição temporal das publicações sobre regionalização e endemismo.
- Avaliar a distribuição temporal dos estudos interessados em áreas de endemismo e regionalização para cada grupo biológico permitindo entender quais são os grupos mais e menos estudados dentro desta abordagem biogeográfica na Mata Atlântica.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Realizei um levantamento de artigos científicos abrangendo diferentes grupos biológicos (anfíbios, aves, mamíferos, plantas e serpentes) para obtenção de mapas de endemismo e regionalização na Mata Atlântica. Com base no estudo de Peres et al. (2020) estes mapas foram manipulados e sobrepostos para delimitar as áreas de congruência entre os diferentes grupos biológicos. Para isso, utilizou-se a ferramenta de transparência nos mapas dos artigos, no programa Adobe Illustrator 2022, para fazer a delimitação da área do mapa já existente com intuito de criar um novo mapa através do processo de vetorização, além do uso do mapa da delimitação da Mata Atlântica atualmente (Figura 1) disponível no site da fundação SOS Mata Atlântica (<http://mapas.sosma.org.br/>), que teve o mesmo processo supracitado.

A busca dos artigos científicos foi realizada no banco de dados Web of Science através do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A pesquisa abrangeu os anos de 1945 a 2021, utilizando na busca, os seguintes termos e suas combinações como palavras-chave: “Biogeogra\*”, “Endemis\*”, “Atlantic forest”, “Distribution”, “Regiona\*”. Foi aplicado o asterisco para inclusão de possíveis terminologias que aumentariam a abrangência da pesquisa.

Para a seleção dos artigos a serem incluídos na análise, utilizei os resumos para selecionar aqueles que tratavam da temática de regionalização e biogeografia dos grupos de interesse na Mata Atlântica, além da presença de mapas para subsequente utilização. Os artigos mantidos após a triagem foram separados para a posterior leitura completa do material. Além disso, novas fontes referenciadas nos artigos (e.g. dissertações, teses e capítulos de livros) foram incluídas no levantamento quando relacionadas com a temática do estudo.

**Figura 1. Mapa da delimitação da área atual da Mata Atlântica.** Delimitação gerada no programa Adobe Illustrator, representada pela coloração cinza escuro, utilizando como base o mapa disponível no site da fundação SOS Mata Atlântica e no capítulo de Peres et al. (2020).



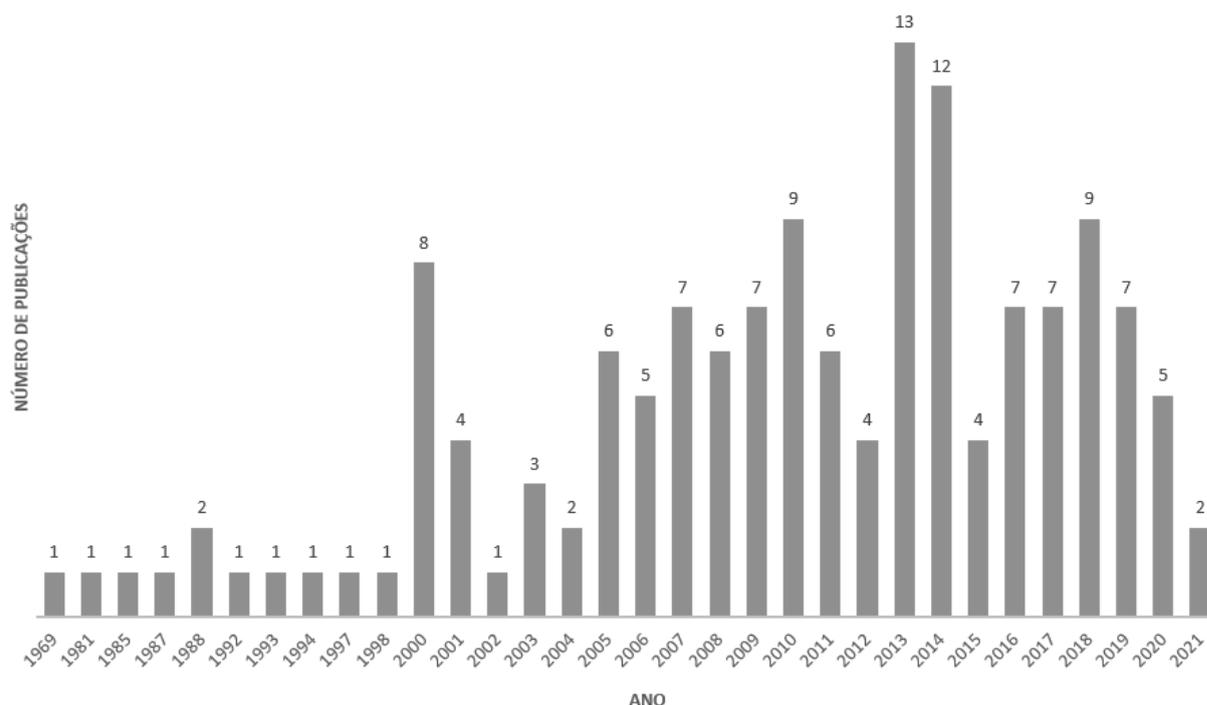
Fonte: editado de Peres et al., 2020 e SOS Mata Atlântica

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Resultado da pesquisa

Foram obtidos um total de 535 artigos contemplando os termos de busca utilizando a plataforma de pesquisa Web of Science. Após a eliminação de artigos que não contemplavam o tema de regionalização e endemismo de grupos na Mata Atlântica, foram selecionados um total de 145 artigos abrangendo o tema. Os primeiros artigos delimitando ecorregiões ou áreas de endemismo foram publicados no início da década de 70, com um aumento relevante no número de publicações a partir de 2000 (Figura 2). O maior número de publicações ocorreu em 2013, com 13 publicações (Figura 2).

**Figura 2. Cronologia e quantidade de publicações dos artigos encontrados no Web of Science com base no método utilizado.**



Com base no mapa da área da Mata Atlântica (Figura 1), foram obtidos 8 artigos que dispunham de mapas de regionalização e endemismo (Tabela 1). Esses artigos descrevem padrões espaciais de diversidade e endemismo de Mamíferos, Aves, Serpentes, Anfíbios, Angiospermas lenhosas e Opiliões endêmicos da Mata Atlântica (Tabela 1, Figura 3). O grupo das aves apresentaram o maior número de trabalhos seguido por anfíbios, mamíferos, serpentes, opiliões e plantas (Tabela 1).

#### 4.2. Escala espacial, métricas e programas utilizados em cada publicação

Deve-se ter em mente que as análises para inferir regiões biogeográficas muitas vezes geram resultados incompatíveis por causa dos métodos empregados em cada estudo (Rueda et al., 2013). Por exemplo, todos os estudos avaliados utilizaram escalas espaciais diferentes, tamanho dos quadrantes e/ou distância entre quadrantes (Tabela 1). A delimitação da escala espacial é imprescindível, pois alguns fatores possuem maior relevância quando analisados em escalas mais amplas (e.g. clima e vegetação) enquanto outros são mais proeminentes em escalas menores (e.g. interações bióticas) (Wiens, 1989).

Os dados de cada publicação tiveram origem de diversas fontes. Uma das mais utilizadas são inventários encontrados na literatura (artigos e livros) e dados obtidos de coleções de museus ou de universidades. Também foram usados dados de distribuição de espécies utilizando o banco de dados da IUCN e Species Link. Contudo, alguns artigos utilizaram dados de artigos em comum para suplementar seus dados. Isso diminui o número de estudos com dados inéditos. Nota-se que para mamíferos, os dados de Costa et al., 2000 foi o mais utilizado, sendo usado novamente em diferentes estudos encontrados. Já para as Aves, o estudo de Silva et al., 2004 foi o mais utilizado entre os artigos. Dados climáticos foram obtidos em maior parte pelo site WorldClim.

Quanto aos programas utilizados, o ArcGIS e R foram os mais utilizados para manipulação de mapas e dos dados obtidos.

#### 4.3. Descrição dos padrões por grupo

Os Anfíbios possuem alta dependência de variáveis ambientais, gerando restrições em seus padrões de distribuição (Buckley & Jetz, 2007; Vasconcelos et al., 2010; Vasconcelos et al., 2011). Sua distribuição está fortemente associada com a disponibilidade de água e umidade, para seu ciclo de vida e permeabilidade cutânea (Aragón et al., 2010; Buckley & Jetz, 2007; Vasconcelos et al., 2010). Isso possibilita que o grupo dos anfíbios sejam utilizados como indicadores de mudanças ambientais (Buckley & Jetz, 2007). Esse grupo possui menor capacidade de dispersão por conta de padrões fisiológicos e ecológicos, sendo mais suscetíveis às variações climáticas e de altitude, ocasionando regiões mais localizadas em sua distribuição, comparada com mamíferos e aves (Rueda et al., 2010; Vasconcelos et al., 2011). Além disso,

os anfíbios possuem variadas formas de reprodução (Vasconcelos et al., 2010; Vasconcelos et al., 2014; Haddad & Prado, 2005) e nota-se que a Mata Atlântica proporciona um ambiente com precipitação contínua ao longo do ano e seus microhabitats úmidos favorecem a reprodução dos anuros, aumentando a diversidade dos padrões reprodutivos (Haddad & Prado, 2005). Logo, quanto maior o nível de umidade e temperatura, maior a riqueza de espécies em anfíbios (Vasconcelos et al., 2010). Além disso, a topografia acidentada no litoral divide o ambiente em pequenos microhabitats, aumentando o isolamento geográfico e o nível de endemismo, causando alta diversidade dos anuros (Haddad & Prado, 2005). Em anfíbios, há uma forte correlação entre altitude e precipitação anual, com a riqueza de espécie e quantidade de modos reprodutivos de anuros (Vasconcelos et al., 2010). Segundo Roelants et al., 2007 houve um aumento na diversificação de anfíbios quando comparado ao aumento das angiospermas, mostrando relação da distribuição do grupo com florestas, concordando com Vasconcelos et al., 2014, corroborando com o conceito de habitat template; que prediz que o habitat irá fornecer padrões físico-químicos que irão defini-lo como único, e assim, moldando a evolução dos organismos, eliminando espécies colonizadoras que não possuem potencial para se adaptar a um habitat específico (Rueda et al., 2010; Southwood, 1988). Notou-se um pico de diversidade de anfíbios nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro segundo Jenkins et al., 2015. Um dos melhores parâmetros encontrado para esse grupo diz respeito a precipitação e riqueza de espécies (Aragón et al., 2010; Vasconcelos et al., 2011). Além disso, pode-se dizer que mudanças climáticas históricas também afetaram a distribuição do grupo na Mata Atlântica (Godinho & Da Silva, 2018). O turnover pode ser definido como a substituição de espécies de uma área para outra por conta de barreiras, por exemplo (Baeten et al., 2012; Baselga, 2010), sendo impulsionado por fatores intrínsecos (e.g. tamanho do organismo, taxa de dispersão, posição trófica) e extrínsecos (e.g. latitude, tamanho do ecossistema e isolamento do habitat) (Soininen, 2010). Segundo Buckley & Jetz, 2008 as taxas de turnover de aves e anfíbios estão correlacionadas, entretanto o turnover de anfíbios é quatro vezes mais acentuada, gerando maiores áreas geográficas para aves.

O grupo das serpentes interfere de maneira desproporcional nos padrões de riqueza dos répteis (Roll et al., 2017). Na Mata Atlântica há uma rica fauna de serpentes, com aproximadamente 36% das espécies endêmicas e de distribuição desigual (Costa & Bérnils, 2018; Guedes et al., 2017). Serpentes possuem, assim como anfíbios, baixo potencial de dispersão, quando comparado a aves e mamíferos; além de serem um grupo de ectotérmicos, o que possui grande influência em sua distribuição comparado aos demais vertebrados (Rueda

et al., 2010; Aragón et al., 2010). Estudos indicam que fatores climáticos históricos são importantes para as comunidades atuais de serpentes, além da cobertura florestal ser importante na diversidade beta (Piatti et al., 2019; Moura, Argôlo & Costa, 2016). O estudo de Moura, Argôlo & Costa, 2016 encontrou estabilidade climática como maior variável para explicar a distribuição de serpentes na Mata Atlântica, além da variação histórica climática, com maiores taxas de endemismo ocorrendo na região costeira, quando comparado ao interior. Especialmente em serpentes a topografia gera uma barreira climática, ao invés de barreira física como ocorre em outros grupos de vertebrados, ocorrendo grande importância dos refúgios climáticos históricos nesse grupo atribuído ao seu comportamento de termorregulação (Moura, Argôlo & Costa, 2016). Para o grupo das serpentes, houve congruência com o grupo dos anfíbios, mamíferos e aves (Guedes et al., 2017; Moura, Argôlo & Costa, 2016). Porém a região Sul é mais semelhante entre anfíbios e serpentes (Moura, Argôlo & Costa, 2016). Um parâmetro ambiental importante na descrição da distribuição de serpentes foi a temperatura (Aragón et al., 2010).

Segundo Rahbek & Graves (2001), a riqueza de espécies em aves na América do Sul é afetada pela topografia, latitude e precipitação. As maiores concentrações de espécies ameaçadas de aves ocorrem na Mata Atlântica, com altos níveis de endemismo (Jenkins et al., 2015; Vale et al., 2018). A riqueza de espécies desse grupo está relacionada a diversidade do habitat e heterogeneidade topográfica (Rahbek & Graves, 2001). Para aves, há alta congruência com os demais grupos utilizados nesse trabalho (Silva et al., 2004) e a topografia e cobertura vegetal aparenta ser grande preditor para o estudo biogeográfico desse grupo (Aragón et al., 2010). Melo, Rangel & Diniz-Filho, 2009 encontrou um alto nível de turnover para aves no litoral da Bahia, localizado perto do Rio São Francisco, que corrobora com o estudo de Vale et al., 2018. Há uma correlação na taxa de turnover entre aves e anfíbios. Silva et al., 2004 encontrou quatro grandes áreas de endemismo para aves (Pernambuco, Bahia Central, Bahia costeira e Serra do Mar), com maior diversidade na região da Serra do Mar ao se utilizar da filogenia e riqueza de espécies como parâmetro, isso ocorre devido a topografia diversa e diferença climática dessa serra (Vale et al., 2018).

Os mamíferos possuem um padrão de distribuição mais generalizado em todo o Brasil (Jenkins et al., 2015), com uma taxa aproximada de 25% de todas as espécies da América do Sul, encontradas na Mata Atlântica, com aproximadamente 30% de espécies endêmicas, com o grupo dos marsupiais, roedores e primatas elevando esse nível (Costa et al., 2000). Em mamíferos não-voadores, foi encontrada uma quebra que divide a porção Norte e Sul, pela

Serra da Mantiqueira nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Costa et al., 2000; Costa & Leite, 2012). Há uma área de endemismo na Bahia, norte de São Paulo, Santa Catarina e Pernambuco (Costa et al., 2000; Kinzey, 1982; Müller, 1973;). Mamíferos da floresta de várzea (e.g. roedores, marsupiais e primatas) tiveram área de endemismo em Pernambuco até a margem ao norte do Rio São Francisco e também mais ao sul, até o interior, com quebras ao redor do Rio Paraíba do Sul (Costa et al., 2000). Encontrou-se um padrão de mamíferos iguais a anfíbios em áreas mais frias e de alta altitude (Vasconcelos et al., 2011). Há um alto nível de turnover em mamíferos na região do Espírito Santo, em especial, na região próxima ao Rio Doce (Melo, Rangel & Diniz-Filho, 2009; Costa & Leite 2012). Segundo Jenkins et al., 2015 há um pico de diversidade de mamíferos na porção Sul da Mata Atlântica. Guedes et al., 2017 encontrou um padrão semelhante na distribuição de serpentes. Na Amazônia, foi encontrado um padrão de concentração de mamíferos ao longo de rios (Jenkins et al., 2015). Gascon et al., 2000 encontrou preditores de similaridade de comunidades de rãs e mamíferos relacionado a distância geográfica e o tipo do terreno (e.g. inundado ou terreno firme), não encontrando relação com margens de rios, pois não houve diferenciação na riqueza de espécies. Moura et al., 2017 encontrou três áreas de congruência de endemismo para serpentes e mamíferos (Pernambuco, Bahia e Serra do Mar) ao comparar com o estudo de Costa et al., 2000.

Os opiliões são um grupo que possuem baixo alcance de dispersão, com uma grande diversidade na região das Serras do litoral do Paraná até o Sul da Bahia, sendo que o Parque Nacional da Serra dos Órgãos no Rio de Janeiro, abriga a maior riqueza de espécies do mundo (Nogueira et al., 2019a). Segundo DaSilva et al., 2015 os opiliões possuem um padrão de endemismo mais restrito e outros táxons com requisitos iguais aos encontrados em opiliões (e.g. dependência de florestas úmidas), devem ter padrões de endemismo semelhantes. Também encontrou-se nesse grupo uma diferenciação entre a parte Sul e Norte da Mata Atlântica (Nogueira et al., 2019a). Uma porção ao Sul da área central de Pernambuco foi encontrada como área de endemismo em serpentes e opiliões (DaSilva et al., 2015; Moura et al., 2017; Nogueira et al., 2019a). Assim como o estudo de aves de Silva et al., 2004 foi encontrado uma área de endemismo para opiliões no litoral da Bahia (DaSilva et al., 2015). Encontrou-se um centro de endemismo de opiliões entre a margem ao Sul do Rio São Francisco, até o Norte do Espírito Santo (Peres et al., 2020). Opiliões possuem centros menores no Espírito Santo, Serra dos Órgãos, Serra da Bocaina, Sul do Rio de Janeiro na parte litorânea, Serra do Mar, Sul de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, sendo a Serra do Mar uma área de

endemismo (DaSilva et al., 2015).

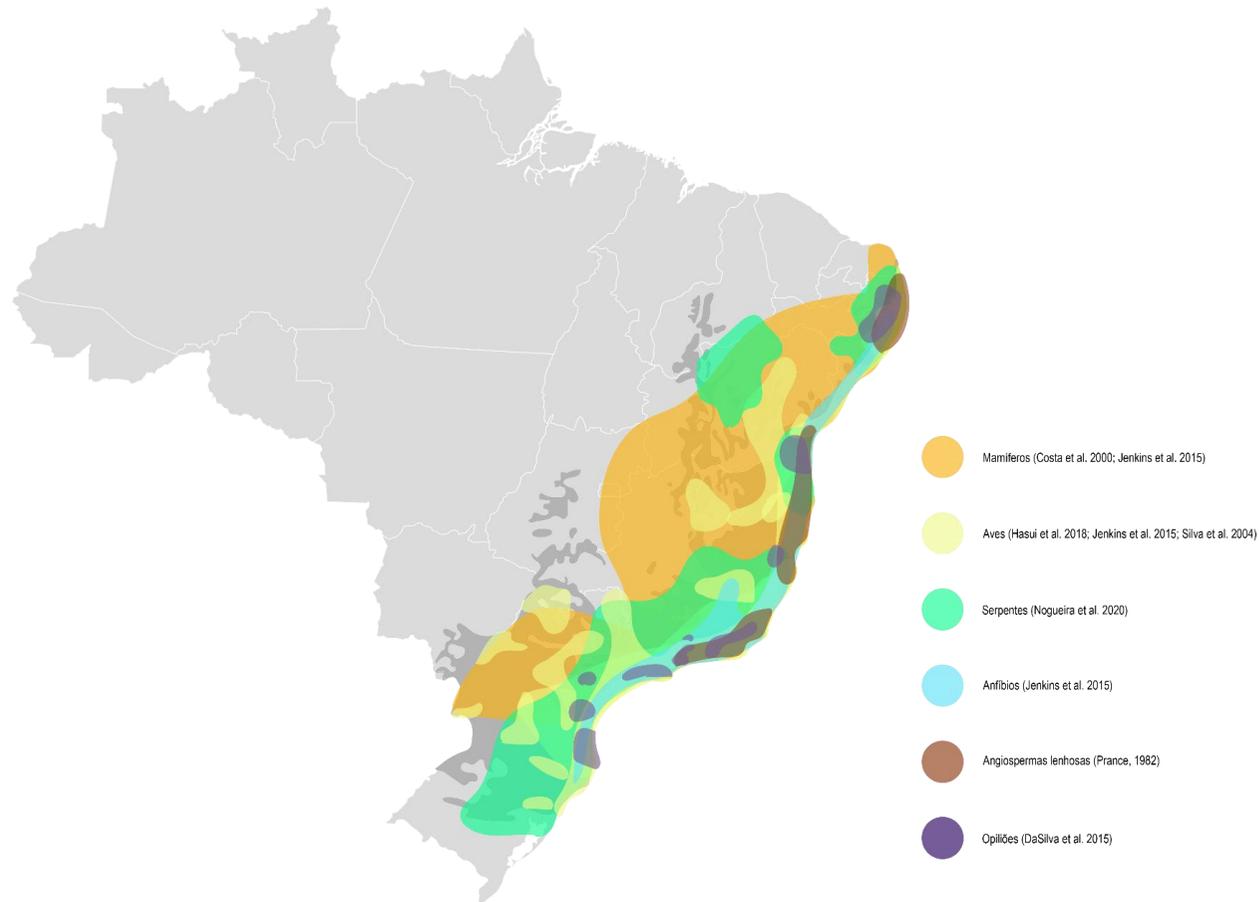
#### 4.4. Sobreposição das áreas de endemismo

Através da sobreposição dos mapas de diversidade e endemismo dos diferentes grupos utilizados (Figura 3), observaram-se cinco grandes pontos de congruência (Figura 5). O primeiro grupo foi encontrado na região do (1) *Paraná/Floresta araucária*, localizando-se na porção mais ao sul do mapa, abrangendo em sua maior parte o estado do Paraná, mas também uma porção mais ao Sul do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A segunda região encontrada, foi a (2) *Serra do Mar*, que se encontra estendida nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro. A terceira grande região encontrada foi a (3) *Bahia costeira*, com sua maior parte estando no estado da Bahia, mas também em algumas porções ao norte do Espírito Santo e nordeste de Minas Gerais. Já a quarta região encontrada (4) *Florestas Secas/Interior da Bahia*, em sua maior parte se encontrando no estado da Bahia, mas também na porção mais ao norte de Minas Gerais e uma porção mais ao sul do estado do Piauí. Por fim, a última grande região encontrada foi em sua maior porção no estado de (5) *Pernambuco*, mas também na Paraíba e Alagoas. Sendo assim, a disposição das regiões encontradas se estende pela região Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil.

A maior porção observada foi encontrada na região da Serra do Mar e da Bahia. Já a menor região encontrada, foi na porção nordeste, na região de Pernambuco (Figura 5).

**Figura 3. Mapa dos padrões espaciais de diversidade e endemismo na Mata Atlântica com base nos grupos utilizados.**

As delimitações coloridas abrangem as regiões de endemismo para cada grupo com base na sobreposição dos mapas encontrados nos oito artigos utilizados. Mamíferos em laranja (Costa et al., 2000; Jenkins et al., 2015), Aves em amarelo claro (Hasui et al., 2018; Jenkins et al., 2015; Silva et al., 2004), Serpentes em verde (Nogueira et al., 2020), Anfíbios em azul (Jenkins et al., 2015), Angiospermas lenhosas em marrom (Prance, 1982) e Opiliões em roxo (DaSilva et al., 2015).



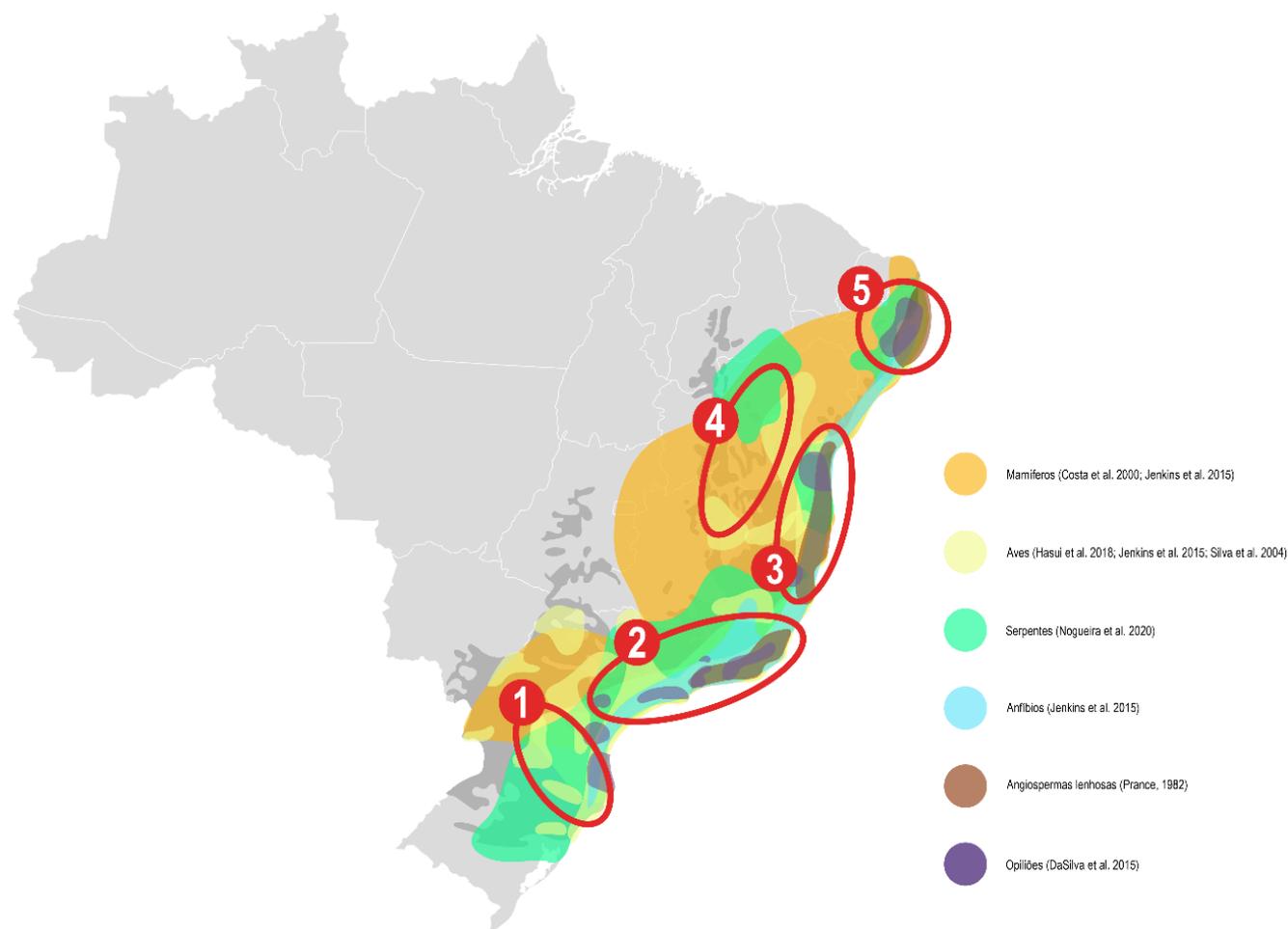
Fonte: editado de Peres et al., 2020.

**Figura 4. Mapa das ecorregiões da Mata Atlântica propostas por Peres et al., 2020.** Delimitação utilizando como base nas diferentes fitofisionomias da Mata Atlântica.



Fonte: editado de Peres et al., 2020.

**Figura 5. Mapa das cinco grandes áreas de congruência espacial para os grupos utilizados.** Mapa gerado através da sobreposição dos oito mapas encontrados nos artigos com base nos padrões espaciais de diversidade e endemismo. (1) Paraná/Floresta araucária, (2) Serra do Mar, (3) Bahia costeira, (4) Florestas Secas/Interior da Bahia e (5) Pernambuco.



Fonte: editado de Peres et al., 2020

**Tabela 1. Características das métricas, dados e programas utilizados em cada publicação dos oito artigos selecionados para realizar a sobreposição dos mapas.**

Artigo	Grupo Biológico	Escala espacial	Métricas	Local dos dados	Programas
Vasconcelos et al., 2014	Anuros	469 quadrantes de 50x50	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matriz de Presença/Ausência com 496 espécies de anuros.</li> <li>- 05 variáveis abióticas (precipitação anual, sazonalidade da precipitação, temperatura média anual, evapotranspiração anual atual e desvio padrão de elevação).</li> <li>- Técnica de agrupamento <i>k-means clustering</i> e <i>v-fold cross-validation</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IUCN</li> <li>- WorldClim</li> <li>- FAO</li> <li>- USGS</li> <li>- WWF</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ArcGIS 10.1</li> <li>- Statistica (StatSoft)</li> </ul>
Silva et al., 2004	Aves	24 quadrantes com grau de 1x1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matriz de Presença/Ausência com 140 espécies de aves endêmicas da Mata Atlântica.</li> <li>- Amostragem (cada quadrante com uma ou um conjunto de localidades razoavelmente amostradas para aves) e Representação (cada quadrante deve englobar os principais tipos florestais e faixas latitudinais da Mata Atlântica).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista das espécies em artigos, livros e outros locais.</li> <li>- Coleção ornitológica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Henning 86</li> <li>- ARCVIEW 3.2.</li> </ul>

Moura, Argôlo & Costa, 2016	Serpentes	218 quadrantes de 20x20 km.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudos que tivessem pelo menos 05 espécies.</li> <li>- Matriz de Presença/Ausência com 218 quadrantes e 3.606 espécies.</li> <li>- Técnica de agrupamento <i>Euclidean-based clustering</i> e <i>k-means clustering</i>.</li> <li>- Composição de espécies.</li> <li>- 06 variáveis ambientais (temperatura média anual, faixa anual de temperatura, precipitação anual, faixa de precipitação, amplitude de elevação e rugosidade de elevação).</li> <li>- 04 gradientes históricos (diferença histórica na precipitação anual, diferença histórica na temperatura média anual, variação histórica nas condições hídricas e variação histórica nas condições térmicas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inventários na Literatura (artigos, livros, teses, dissertações, estudos de impacto ambiental, planos de manejo).</li> <li>- Dados dos próprios autores</li> <li>- WorldClim</li> </ul>	R Core Team 2015
-----------------------------	-----------	-----------------------------	---	--	------------------

Jenkins et al., 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aves</li> <li>- Mamíferos</li> <li>- Anfíbios</li> </ul>	10x10 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 04 métricas de biodiversidade (todas as espécies, endêmicas do Brasil, pequenas espécies, ameaçadas).</li> <li>- Riqueza de espécie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BirdLife International and NatureServe</li> <li>- IUCN</li> <li>- GBIF</li> <li>- SpeciesLink</li> <li>- IBGE</li> <li>- MMA</li> </ul>	ArcGIS 10.2
Costa et al., 2000	Mamíferos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Análise: Quadrantes iguais de 550x550 km</li> <li>- 2 Análise: 275x275 km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Matriz de Presença/Ausência.</li> <li>- Análise Parcimoniosa de Endemismo (PAE).</li> <li>- Números absolutos e relativos de espécies por quadrante.</li> </ul>	- Literatura	PAUP 3.1.1.

Nogueira et al., 2019b	Serpentes	1x1 km	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de células do quadrante ocupada por determinada espécie.</li> <li>- Localidades Georreferenciadas.</li> <li>- Riqueza de espécie, número de registros, redundância (1-riqueza/número de registros), endemismo ponderado corrigido, altitude.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista Brasileira de Répteis 2018.</li> <li>- Espécies georreferenciadas com base em vouchers de museus de história natural ou na literatura.</li> <li>- Coordenadas de campo com GPS, dicionários geográficos de países.</li> <li>- SpeciesLink.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R Core Team2019</li> <li>- QGIS Development e Team 2018</li> <li>- Biodiverse</li> </ul>
DaSilva et al., 2015	Opiliões	Células de tamanho de 0,5° e 0,25°	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 06 critérios qualitativos para áreas de endemismo (Congruência de pelo menos dois intervalos de espécies; região máxima de endemismo.</li> <li>- Congruência de pequenos intervalos; áreas mutuamente exclusivas; espécies endêmicas distribuídas próximas umas das outras; evidência geográfica independente).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Literatura.</li> <li>- Espécimes depositados no MZUSP, Museu Nacional (RJ) e Instituto Butantan.</li> <li>- Coleta de dados pelos autores.</li> </ul>	Nona 2.0

Hasui et al., 2018	Aves	Conjunto de dados com 4.122 localidades e dados (1815-2017).	- Diversidade de espécies, riqueza de espécies, abundância relativa de espécies.	- Coleções de museus - Bases de dados - Literatura - Relatórios não publicados - WorldClim	ArcGIS 10.5
--------------------	------	--	--	--	-------------

#### 4.4.4. Preditores que influenciam os padrões de congruências

O mapa gerado com a sobreposição dos grupos resultou em cinco grandes áreas de distribuição para os diferentes táxons (Figura 5), relacionando positivamente com o estudo de Peres et al., 2020. Segundo Jenkins et al., 2015 os estados de São Paulo e Bahia (porção ao Sul) possuem grande quantidade de espécies endêmicas na Mata Atlântica. Para os grupos utilizados nesse trabalho, a região Norte e Sul diferem independente da metodologia e da métrica utilizadas (Batalha-Filho et al., 2013; Müller, 1973; Moura, Argôlo & Costa, 2016; Peres et al., 2020). Há um turnover que faz uma quebra na região do Rio Doce (Peres et al., 2020). Regiões que se apresentaram como refúgios climáticos, mostraram-se como áreas com altos níveis de divergência populacional em todas as espécies utilizadas, como é o caso de Pernambuco e da região Central (Carnaval et al., 2009).

O clima pode ser um grande influenciador, diretamente ou indiretamente na composição da biota de uma região, ditando a distribuição da flora local, que por sua vez, dita a distribuição da fauna (Antonelli et al., 2017; Áragon et al., 2010; Araújo et al., 2007; Ficetola, Mazel & Thuiller, 2017; Rueda et al., 2010; Sandel et al., 2011; Townsend et al., 1997). Mudanças climáticas de origem antropogênica ameaçam a biodiversidade do planeta, e as espécies de baixa dispersão sofrem mais com esses efeitos, e isso pode ocasionar em extinções (Colwell et al., 2008; Graham, Moritz & Williams, 2006; Sandel et al., 2011). Mudanças que ocorreram no período quaternário são importantes quando se trata da delimitação entre regiões (Carnaval et al., 2009; Ficetola et al., 2017; Godinho & Da Silva, 2018; Menezes et al., 2017). Entre essas mudanças, se destaca o período Pleistoceno marcado por grandes variações climáticas a nível global, com glaciações, que gerou mudanças nas paisagens, afetando significativamente a biota (Lessa, Cook & Patton, 2003). Haffer (1969) propôs que no período do Pleistoceno ocorreram flutuações climáticas que ocasionaram na fragmentação florestal, isolando essas áreas, gerando pequenas ilhas, que passaram a atuar como refúgio para algumas espécies; essa hipótese é conhecida como Refúgio do Pleistoceno, no qual ocorreu expansão e contração das geleiras, gerando um clima frio e seco (glacial) na expansão e outro clima quente e úmido (interglacial) na contração (Ab'Saber, 1992; Barnosky, 2005; Behling & Negrelle, 2001; Peres et al. 2020). Esse isolamento favoreceu o processo de especiação, gerando grande diversificação (Haffer, 1969). Algumas espécies da Mata Atlântica apresentam mudanças demográficas relacionadas com essas oscilações climáticas no período Pleistoceno, acarretando em expansão ou retração

populacional (Peres et al., 2020). Entretanto, essa hipótese tem sido rejeitada nos trópicos por falta de evidências suficientes (Godinho & Da Silva, 2018; Carnaval et al., 2009). Segundo Araújo et al., 2007 a estabilidade climática no último máximo glacial (LGM) e dos dias atuais são bons indicadores da riqueza de espécies. As flutuações climáticas e fases áridas do Pleistoceno foram maiores na porção Sul em comparação com a região Norte (Carnaval & Moritz, 2008). Em contrapartida, a região da Bahia, Pernambuco e região costeira do Nordeste tiveram refúgios florestais nesse período (Carnaval & Moritz, 2008). Por conta disso, a Mata Atlântica do Sul é climaticamente mais instável que a região Central e do Norte, o que causou diversificação histórica diferente nas espécies, com menor diversidade genética no Sul e maior no Norte e Central (Cabanne et al., 2008; Carnaval et al., 2009; Colwell et al., 2008; Menezes et al., 2017).

Outros fatores que predizem a distribuição de espécies na Mata Atlântica são montanhas e rios. Os rios possuem grande relevância na ocorrência da distribuição das espécies, pois formam barreiras que podem impedir o fluxo gênico, causando isolamento entre espécies e grupos (Cabanne et al., 2008; Gascon et al., 2000; Thomé et al., 2014). Na Mata Atlântica, o Rio Doce é considerado um dos mais importantes para causar limitação de vários grupos e ocasional quebra genética, como no caso de aves e mamíferos, por exemplo; além do Rio Paraíba que foi encontrado como fator limitante na distribuição em aves (Cabanne et al., 2008; Colombi, Lopes & Fagundes, 2010; Thomé et al., 2014).

Já as cadeias de montanhas apresentam um alto nível de biodiversidade, com uma composição única de biota, um padrão ligado a táxons com baixa capacidade de dispersão e que não toleram grandes variações ambientais, ocasionando centros de endemismo com histórias evolutivas únicas (Antonelli et al., 2018; Peres et al., 2020; Piatti et al., 2019; Rahbek et al., 2019). Por definição, cadeias montanhosas são relevos proeminentes, com encostas íngremes, resultado de processos tectônicos (na qual placas tectônicas possibilitam que nosso planeta não seja uma superfície plana) e vulcânicos (Antonelli et al. 2018; Perrigo et al. 2019; Rahbek et al. 2019). Tais formações são importantes e determinantes para a distribuição geográfica, pois afeta de formas diferentes a biodiversidade, causando diversificação e alterando o solo, servindo também como barreira para algumas espécies (Antonelli, 2017). Entretanto, cada grupo responderá de forma diferente a uma cadeia de montanhas (Rahbek et al., 2019). Ou seja, as montanhas podem agir como barreira para alguns organismos, separando áreas que antes eram conectadas, enquanto para outros, também podem servir como pontes e berços de diversidade, ocorrendo em seu topo, menor fluxo gênico com concomitante

isolamento reprodutivo que pode favorecer o processo de especiação (Hoorn et al. 2013; Perrigo, Hoorn & Antonelli, 2019; Thomé et al., 2014).

Segundo Antonelli et al., 2018 há uma correlação positiva entre riqueza de espécies com altas temperaturas, precipitação e a topografia do meio, pois elas oferecem uma heterogeneidade topográfica que cria novos habitats no qual as espécies evoluem e diversificam-se. Muitos centros de diversidade ocorrem em montanhas (Antonelli et al., 2018), sendo característico o aumento de especiação rápida nestes locais, que causam esse aumento na biodiversidade e possibilita a coexistência de linhagens (Hoorn et al., 2013; Rahbek et al., 2019). Cadeias de montanhas ocorrem em paralelo à costa brasileira (Peres et al., 2020; Morellato, 2006). A Mata Atlântica apresenta três grandes cadeias de montanhas significativas: Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e Serra do Espinhaço (Cabanne et al., 2008; Moura, Argôlo & Costa, 2016). Foram encontrados grande número de marsupiais, primatas e roedores na Serra da Mantiqueira (Costa et al., 2000). A Serra do Mar foi identificada como uma área de endemismo para alguns grupos como anfíbios, aves, serpentes e mamíferos (Silva et al., 2004; Vasconcelos et al., 2014; Moura et al., 2017; Costa et al., 2000; Moura, Argôlo & Costa, 2016). Esta região é comum em endemismo para táxons com dispersão reduzidas e com baixa tolerância ambiental, como em aves (Cracraft, 1985; Stattersfield et al., 1998).

## 5. CONCLUSÃO

Há uma discrepância nas publicações sobre regionalização e áreas de endemismos ao longo do tempo, com aves sendo o grupo com maior número de publicações enquanto invertebrados foi o grupo com menor número. Cadeia de montanhas, rios e variações climáticas atuais e históricas parecem ter influenciado os padrões de distribuição da diversidade e endemismo dos diferentes grupos biológicos (serpentes, anfíbios, aves, mamíferos, plantas e opiliões) na Mata Atlântica. Contudo, esses eventos parecem ter gerado padrões biogeográficos distintos para cada grupo biológico. Isso é esperado porque cada grupo responde de forma diferente às barreiras geográficas devido suas diferenças na capacidade de dispersão e restrições fisiológicas. Além disso, os estudos de regionalização e endemismo na Mata Atlântica utilizaram métricas e metodologia diferentes dificultando as comparações entre grupos e estudos.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. A teoria dos refúgios: origem e significado. **Revista do Instituto Florestal**, Edição especial, 1992.
- ALROY, J. Discovering biogeographic and ecological clusters with a graph theoretic spin on factor analysis. **Ecography**, v. 42, n. 9, p. 1504-1513, 2019.
- ANTONELLI, A. Biogeography: Drivers of bioregionalization. **Nature Ecology & Evolution**, v. 1, n. 4, p. 114, 2017.
- ANTONELLI, A.; KISSLING, W. D.; FLANTUA, S. G. A.; BERMÚDEZ, M. A.; MULCH, A.; MUELLNER-RIEHL, A. N.; KREFT, H.; LINDER, H. P.; BADGLEY, C.; FJELDSÅ, J.; FRITZ, S. A.; RAHBEK, C.; HERMAN, F.; HOOGHIEMSTRA, H.; HOORN, C. Geological and climatic influences on mountain biodiversity. **Nature Geoscience**, v. 11, n. 10, p. 718–725, 2018.
- ARAGÓN, P.; LOBO, J. M.; OLALLA-TÁRRAGA, M.; RODRÍGUEZ, M. Á. The contribution of contemporary climate to ectothermic and endothermic vertebrate distributions in a glacial refuge. **Global ecology and Biogeography**, v. 19, n. 1, p. 40-49, 2010.
- ARAÚJO, M. B.; NOGUÉS-BRAVO, D.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; HAYWOOD, A. M.; VALDES, P. J.; RAHBEK, C. Quaternary climate changes explain diversity among reptiles and amphibians. **Ecography**, v. 31, n. 1, p. 8-15, 2007.
- BARNOSKY, A. D. Effects of Quaternary Climatic Change on Speciation in Mammals. **Journal of Mammalian Evolution**, v. 12, n. 1, p. 247-264, 2005.
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**, v. 19, n. 1, p. 134-143, 2010.
- BATALHA-FILHO, H.; FJELDSÅ, J.; FABRE, P-H; MIYAKI, C. Y. (2013) Connections between the Atlantic and the Amazonian forest avifaunas represent distinct historical events. **Journal of Ornithology**, v. 154, n. 1, p. 41–50, 2013.

BATALHA-FILHO, H.; MIYAKI, C.Y. (2016) Late Pleistocene divergence and postglacial expansion in the Brazilian Atlantic forest: multilocus phylogeography of *Rhopias gularis* (Aves: Passeriformes). **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, v. 54, n. 2, p. 137-147, 2016.

BAETEN, L.; VANGANSBEKE, P.; HERMY, M.; PETERKEN, G.; VANHUYSE, K.; VERHEYEN, K. Distinguishing between turnover and nestedness in the quantification of biotic homogenization. **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 6, p. 1399-1409, 2012.

BEHLING, H.; NEGRELLE, R. R. B. Tropical Rain Forest and Climate Dynamics of the Atlantic Lowland, Southern Brazil, during the Late Quaternary. **Quaternary Research**, v. 56, n. 3, p. 383-389, 2001.

BUCKLEY, L. B.; JETZ, W. Environmental and historical constraints on global patterns of amphibian richness. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1614, p. 1167–1173, 2007.

BUCKLEY, L. B. & JETZ, W. Linking global turnover of species and environments. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 105, n. 46, p. 17836-17841, 2008.

CABANNE, G. S.; D'HORTA, F. M.; SARI, E. H. R.; SANTOS, F. R.; MIYAKI, C. Y. Nuclear and mitochondrial phylogeography of the Atlantic forest endemic *Xiphorhynchus fuscus* (Aves: Dendrocolaptidae): Biogeography and systematics implications. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 49, n. 3, p. 760-773, 2008.

CABANNE, G. S.; SANTOS, F. R.; MIYAKI, C. Y. Phylogeography of *Xiphorhynchus fuscus* (Passeriformes, Dendrocolaptidae): vicariance and recent demographic expansion in southern Atlantic forest. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 91, n. 1, p. 73-84, 2008.

CARNAVAL, A. C.; MORITZ, C. Historical climate modelling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. **Journal of Biogeography**, v. 35, n. 7, p.

1187-1201, 2008.

CARNAVAL, A. C.; HICKERSON, M. J.; HADDAD, C. F. B.; RODRIGUES, M. T.; MORITZ, C. Stability Predicts Genetic Diversity in the Brazilian Atlantic Forest Hotspot. **Science**, v. 323, n. 5915, p. 785-789, 2009.

COLOMBI, V. H.; LOPES, S. R.; FAGUNDES, V. Testing the Rio Doce as a riverine barrier in shaping the Atlantic Rainforest population divergence in the rodent *Akodon cursor*. **Genetics and Molecular Biology**, v. 33, n. 4, p. 758-789, 2010.

COLWELL, R. K.; BREHM, G.; CARDELÚS, C. L.; GILMAN, A. C.; LONGINO, J. T. Global Warming, Elevational Range Shifts, and Lowland Biotic Attrition in the Wet Tropics. **Science**, v. 322, n. 5899, p. 258-261, 2008.

COSTA, L. P. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. **Journal of Biogeography**, v. 30, n. 1, p. 71–86, 2003.

COSTA, L. P.; LEITE, Y. L. R. Historical fragmentation shaping vertebrate diversification in the Atlantic Forest biodiversity hotspot. In: PATTERSON, B. D.; COSTA, L. P. (eds) *Bones, Clones, and Biomes: The History and Geography of Recent Neotropical Mammals*. **Chicago University Press**, p. 283-306, 2012.

COSTA, L. P.; LEITE, Y. L. R.; FONSECA, G. A. B.; FONSECA, M. T. Biogeography of South American Forest Mammals: Endemism and Diversity in the Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 872-881, 2000.

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. **Herpetologia Brasileira**, v. 7, n. 1, 2018.

CRACRAFT, J. Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: areas of endemisms. **Ornithological Monographs**, v. 36, p. 49–84, 1985.

DA SILVA, M. B.; PINTO-DA-ROCHA, R.; DESOUZA, A. M. A protocol for the delimitation of areas of endemism and the historical regionalization of the Brazilian Atlantic Rain Forest using harvestmen distribution data. **Cladistics**, v. 31, n. 6, p. 692-705, 2015.

ESRI (2022). ArcGIS. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA. URL: <<https://www.esri.com/pt-br/arcgis/products/arcgis-online/overview>>.

FICETOLA, G. F.; MAZEL, F.; THUILLER, W. Global determinants of zoogeographical boundaries. **Nature Ecology and Evolution**, v. 1, n. 4, p. 0089, 2017.

FIGUEIREDO, M. S. L., WEBER, M. M., BRASILEIRO, C. A., CERQUEIRA, R., GRELE, C. E. V., JENKINS, C. N., SOLIDADE, C. V., TOMÉ, M. T. C., VALE, M. M.; LORINI, L. Tetrapod diversity in the Atlantic Forest: maps and gaps. In: The Atlantic Forest: History, biodiversity, threats and opportunities of the mega-diverse forest (ed. MARQUES, M.C.M. & GRELE, C.E.V.). **Springer**, n. 1, p. 185-204, 2021.

GASCON, C.; MALCOLM, J. R.; PATTON, J. L.; SILVA, M. N. F.; BOGART, J. P.; LOUGHEAD, S. C.; PERES, C. A.; NECKEL, S.; BOAG, P. T. Riverine barriers and the geographic distribution of Amazonian species. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v. 97, n. 25, p. 13672-13677, 2000.

GODINHO, M. B. C.; DA SILVA, F. R. The influence of riverine barriers, climate, and topography on the biogeographic regionalization of Amazonian anurans. **Scientific Reports**, v.8, n. 1, p. 3427, 2018.

GRAHAM, C. H.; MORITZ, C.; WILLIAMS, S. E. Habitat history improves prediction of Biodiversity in rainforest fauna. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v. 103, n. 3, p. 632-636, 2006.

GUEDES, T. B.; SAWAYA, R. J.; ZIZKA, A.; LAFFAN, S.; FAURBY, S.; PYRON, R. A.; BÉRNILS, R. S.; JANSEN, M.; PASSOS, P.; PRUDENTE, A. L. C.; CISNEROS-HEREDIA, D. F.; BRAZ, H. B.; NOGUEIRA, C. C.; ANTONELLI, A. Patterns, biases and

prospects in the distribution and diversity of Neotropical snakes. **Global Ecology and Biogeography**, v. 27, n. 1, p. 14-21, 2017.

HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. **BioScience**, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2005.

HAFFER, J. Speciation in Amazonian Forest Birds. **Science**, v. 165, n. 3889, p. 131-137, 1969.

HASUI, É., METZGER, J. P., PIMENTEL, R. G., SILVEIRA, L. F., DE BOVO, A. A., MARTENSEN, A. C., UEZU, A., REGOLIN, A. L., BISPO DE OLIVEIRA, A. Â., GATTO, C. A. F. R., DUCA, C., ANDRETTI, C. B., BANKS-LEITE, C., LUZ, D., MARIZ, D., ALEXANDRINO, E. R., DE BARROS, F.M., MARTELLO, F.; PEREIRA, I. M. D. S.; da SILVA, J. N.; FERRAZ, K. M. P. M. D. B.; NAKA, L. N.; DOS ANJOS, L.; EFE, M. A.; PIZO, M. A.; PICHORIM, M.; GONÇALVES, M. S. S.; CORDEIRO, P. H. C.; DIAS, R. A.; MUYLAERT, R. D. L.; RODRIGUES, R. C.; DA COSTA, T. V. V.; CAVARZERE, V.; TONETTI, V. R.; SILVA, W. R.; JENKINS, C. N.; GALETTI, M.; RIBEIRO, M. C. ATLANTIC BIRDS: A data set of bird species from the Brazilian Atlantic forest. **Ecology**, v. 99, n. 2, p. 497–497, 2018.

HOLT, B. G.; LESSARD, J. P.; BORREGAARD, M. K.; FRITZ, S. A.; ARAÚJO, M. B.; DIMITROV, D.; FABRE, P. H.; GRAHAM, C. H.; GRAVES, G. R.; JØNSSON, K. A.; NOGUÉS-BRAVO, D.; WANG, Z.; WHITTAKER, R. J.; FJELDSÅ, J.; RAHBEK, C. An update of Wallace's zoogeographic regions of the world. **Science**, v. 339, n. 6115, p. 74-78, 2013.

HOORN, C.; MOSBRUGGER, V.; MULCH, A.; ANTONELLI, A. Biodiversity from mountain building. **Nature**, v. 6, n. 3, p. 154, 2013.

HUMPHRIES, C. J. Form, space and time; which comes first? **Journal of**

**Biogeography**, v. 27, n. 1, p. 11-15, 2001.

JENKINS, C. N.; ALVES, M. A. S.; UEZU, A.; VALE, M. M. Patterns of Vertebrate Diversity and Protection in Brazil. **PLOS ONE**, v. 10, n. 12, e0145064, 2015.

KINZEY, W. G. Distribution of primates and forest refuges. In: PRANCE, G. T. (ed) Biological diversification in the tropics, **Columbia University Press**, p. 455-482, 1982.

KREFT, H.; JETZ, W. A framework for delineating biogeographical regions based on species distributions. **Journal of Biogeography**, v. 37, n. 11, p. 2029–2053, 2010.

LADLE, R. J.; WHITTAKER, R. J. Conservation biogeography. **Wiley-Blackwell**, 2011.

LESSA, E. P.; COOK, J. A.; PATTON, J. L. Genetic footprints of demographic expansion in North America, but not Amazonia, during the Late Quaternary. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v. 100, n. 18, p. 10331-4, 2003.

MACKEY, B. G.; BERRY, S. L.; BROWN, T. Reconciling approaches to biogeographic regionalization: a systematic and generic framework examined with a case study of the Australian continent. **Journal of Biogeography**, v. 35, n. 2, p. 213–229, 2008.

MARTINS, F.; TEMPLETON, A. R.; PAVAN, A.; KOHLBACH, B. C. Phylogeography of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*): Marked population structure, Neotropical Pleistocene vicariance and incongruence between nuclear and mtDNA markers. **BMC Evolutionary Biology**, v. 9, n. 1, p. 294, 2009.

MELO, A. S.; RANGEL, T. F. L. V. B.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Environmental drivers of beta-diversity patterns in New-World birds and mammals, **Ecography**, v. 32, n. 2, p. 226-236, 2009.

MENEZES, R. S. T.; BRADY, S. G.; CARVALHO, A. F.; DEL LAMA, M. A.; COSTA, M. A. The roles of barriers, refugia, and chromosomal clines underlying diversification in Atlantic Forest social wasps. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 7689, 2017.

MORELLATO, P. C. L. (2006) Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*, v. 32, n. 4b, p. 786-792, 2006.

MOURA, M. R.; ARGÔLO, A. J.; COSTA, H. C. Historical and contemporary correlates of snake biogeographical subregions in the Atlantic forest hotspot. **Journal of Biogeography**, v. 44, n. 3, p. 640–650, 2016.

MOURA, M. R.; COSTA, H. C.; ARGÔLO, A. J.; JETZ, W. Environmental constraints on the compositional and phylogenetic beta-diversity of tropical forest snake assemblages. **Journal of Animal Ecology**, v. 86, n. 5, p. 1192-1204, 2017.

MÜLLER, P. The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm: a study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes. *Biogeographica*, v. 2, 1973.

MYERS, N.; MITTERMELER, R. A.; MITTERMELER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NOGUEIRA A. A.; BRAGAGNOLO, C.; DASILVA, M. B.; MARTINS, T. K.; LORENZO, E. P.; PERBICHE-NEVES, G.; PINTO-DA-ROCHA, R. Historical signatures in the alpha and beta diversity patterns of Atlantic Forest harvestman communities (Opiliones-Arachnida). **Canadian Journal of Zoology**, v. 97, n. 7, p. 631-643, 2019a.

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.; GONZALES, R. C.; GUEDES, T.; HOOGMOED, M. S.; MARQUES, O. A. V.; MONTINGELLI, G. G.; PASOS, 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 n. 1, p. 1–274, 2019b.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793-810, 2000.

OLSON, D. M.; DINERSTEIN, E.; WIKRAMANAYAKE, E. D.; BURGESS, N. D.; POWELL, G. V. N.; UNDERWOOD, E. C.; D'AMICO, J. A.; ITOUA, I.; STRAND, H. E.; MORRISON, J. C.; LOUCKS, C. J.; ALLNUTT, T. F.; RICKETTS, T. H.; KURA, Y.; LAMOUREX, J. F.; WETTENGEL, W. W.; HEDAO, P.; KASSEM, K. R. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. **BioScience**, v. 51, n. 11, p. 933-938, 2001.

PALMA-SILVA, C.; LEXER, C.; PAGGI, G. M.; BARBARÁ, T.; BERED, F.; BODANESE-ZANETTINI, M. H. Rangewide patterns of nuclear and chloroplast DNA diversity in *Vriesea gigantea* (Bromeliaceae), a neotropical forest species. **Heredity**, v. 103, n. 6, p. 503–512, 2009.

PERES, E. A.; PINTO-DA-ROCHA, R.; LOHMANN, L. G.; MICHELANGELI, F. A.; MIYAKI, C. Y.; CARNAVAL, A. C. Chapter 16: Patterns of Species and Lineage Diversity in the Atlantic Rainforest of Brazil. In: RULL, V. & CARNAVAL, A. C. (eds.). *Neotropical Diversification: Patterns and processes*. Heidelberg: **Springer**, 2020.

PERRIGO, A.; HOORN, C.; ANTONELLI, A. Why mountains matter for biodiversity. **Journal of Biogeography**, v. 47, n. 2, p. 315-325, 2019.

PIATTI, L.; ROSAUER, D. F.; NOGUEIRA, C. C.; STRUSSMANN, C.; FERREIRA, V. L.; MARTINS, M. Snake diversity in floodplains of central South America: Is flood pulse the principal driver? **Acta Oecologica**, v. 97, n. 2019, p. 34–41, 2019.

PINTO-DA-ROCHA, R.; DASILVA, M. B.; BRAGAGNOLO, C. Faunistic similarity and historic biogeography of the harvestmen of southern and southeastern Atlantic Rain Forest of Brazil. **Journal of Arachnology**, v. 33, n. 2, p. 290-299, 2005.

PRANCE, G. T. Forest Refuges: evidence from woody angiosperms. **Biological Diversification in the Tropics**, v. 1, n. 1, p. 137-157, 1982.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2022. URL: <<https://www.r-project.org/>>.

RAHBEK, C.; BORREGAARD, M. K.; ANTONELLI, A.; COLWELL, R. K.; HOLT, B. G.; NOGUES-BRAVO, D.; RASMUSSEN, C. M. Ø.; RICHARDSON, K.; ROSING, M. T.; WHITTAKER, R. J.; FJELDSÅ, J. Building mountain biodiversity: Geological and evolutionary processes. **Science**, v. 365, n. 6458, p. 1114–1119, 2019.

RAHBEK, C.; GRAVES, G.R. Multiscale assessment of patterns of avian species richness. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v. 98, n. 8, p. 4534-4539, 2001.

RIBEIRO, R. A.; LEMOS-FILHO, J. P.; RAMOS, A. C. S.; LOVATO, M. B. Phylogeography of the endangered rosewood *Dalbergia nigra* (Fabaceae): insights into the evolutionary history and conservation of the Brazilian Atlantic forest. **Heredity**, v. 106, n. 1, p. 46–57, 2011.

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RICKLEFS, R. E. Community Diversity: Relative Roles of Local and Regional Processes. **Science**: v. 235, n. 4785, p. 167-171, 1987.

ROELANTS, K.; GOWER, D. J.; WILKINSON, M.; LOADER, S. P.; BIJU, S. D.; GUILLAUME, K.; MORIAU, L.; BOSSUYT, F. Global patterns of diversification in the history of modern amphibians. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v. 104, n. 3, p. 887-892, 2007.

ROLL, U.; FELDMAN, A.; NOVOSOLOV, M.; ALLISON, A.; BAUER, A. M.; BERNARD, R., BÖHM, M., CASTRO-HERRERA, F.; CHIRIO, L., COLLEN, B.; COLLI, G. R.; DABOOL, L.; DAS, I.; DOAN, T. M.; GRISMER, L. L.; HOOGMOED, M.; ITESCU, Y.; KRAUS, F.; LEBRETON, M.; LEWIN, A.; MARTINS, M.; MAZA, E.; MEIRTE, D.; NAGY, Z. T.; NOGUEIRA, C. D. C.; PAUWELS, O. S. G.; PINCHEIRA-DONOSO, D.; POWNEY, G. D.; SINDACO, R.; TALLOWIN, O. J. S.; TORRES-CARVAJAL, O.; TRAPE, J. F.; VIDAN, E.; UETZ, P.; WAGNER, P.; WANG, Y.; ORME, C. D. L.; GRENYER, R.; MEIRI, S. The global distribution of tetrapods reveals a need for targeted reptile conservation. **Nature Ecology and Evolution**, v. 1, n. 11, p. 1677–1682, 2017.

RUEDA, M.; RODRÍGUEZ, M. Á.; HAWKINS, B. A. Towards a biogeographic regionalization of the European biota. **Journal of Biogeography**, v. 37, n. 11, p. 2067-2076, 2010.

RUEDA, M.; RODRÍGUEZ, M. Á.; HAWKINS, B. A. Identifying global zoogeographical regions: lessons from Wallace. **Journal of Biogeography**, vl. 40, n. 12, p. 2215-2225, 2013.

SANDEL, B.; ARGE, L.; DALSGAARD, B.; DAVIES, R. G.; GASTON, K. J.; SUTHERLAND, W. J.; SVENNING, J. C. The influence of late Quaternary climate-change velocity on species endemism. **Science**, v. 334, n. 6056, p. 660–664, 2011.

SCLATER, P. L. On the general geographical distribution of the members of the class Aves. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 2, n. 7, p. 130–145, 1858.

SILVA, J. M. C.; SOUSA, M. C.; CASTELLETII, C. H. M. Areas of endemism for

passerinebirds in the Atlantic Forest, South America. **Global Ecology and Biogeography**, v. 13, n. 1, p. 85-92, 2004.

SOININEN, J. Species Turnover along Abiotic and Biotic Gradients: Patterns in Space Equal Patterns in Time?. **BioScience**, v. 60, n. 6, p. 433-439, 2010.

SOUTHWOOD, T. R. E. Tactics, Strategies and Templets. **Wiley on behalf of Nordic Society Oikos**, v. 52, n. 1, p. 3-18, 1988.

STATTERSFIELD, A. J.; CROSBY, M. J.; LONG, A. J.; WEGE, D. C.; RAYNER, A. P. Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation. **The condor**, v. 100, n. 4, p. 770-771, 1998.

THOMÉ, M. T. C.; ZAMUDIO, K. R.; HADDAD, C. F. B.; ALEXANDRINO, J. Barriers, rather than refugia, underlie the origin of diversity in toads endemic to the Brazilian Atlantic Forest. **Molecular Ecology**, v. 23, n. 24, p. 6152-6164, 2014.

TOWNSEND, C.; DOLÉDEC, S.; SCARSBROOK, M. Species traits in relation to temporal and spatial heterogeneity in streams: a test of habitat templet theory. **Freshwater Biology**, v. 37, n. 2, p. 367-387, 1997.

VALE, M. M.; TOURINHO, L.; LORINI, M. L.; RAJÃO, H.; FIGUEIREDO, M. S. L. Endemic birds of the Atlantic Forest: traits, conservation status, and patterns of Biodiversity. **Journal of Field Ornithology**, v. 89, n. 3, p. 193-206, 2018.

VASCONCELOS, T. S.; DA SILVA, F. R.; SANTOS, T.; PRADO, V.; PROVETE, D. Biogeographic Patterns of South American Anurans. Cham, Switzerland: **Springer**, 2019.

VASCONCELOS, T. S.; PRADO, V. H. M.; DA SILVA, F. R.; HADDAD, C. F. B. Biogeographic Distribution Patterns and Their Correlates in the Diverse Frog Fauna of the Atlantic Forest Hotspot. **PLOS ONE**, v. 9, n. 8, p. 9, 2014.

VASCONCELOS, T. S.; RODRÍGUEZ M. A.; HAWKINS B. A. Biogeographic distribution patterns of South American amphibians: a regionalization based on cluster

analysis. **Natureza & Conservação**, v. 9, n. 1, p. 67–72, 2011.

VASCONCELOS, T. S.; SANTOS, T. G.; HADDAD, C. F. B.; ROSSA-FERES, D. C. Climatic variables and altitude as predictors of anuran species richness and number of reproductive modes in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 26, n. 4, p. 423-432, 2010.

VODĀ, R.; DAPPORTO, L.; DINCĂ, V. E.; VILA, R. Why do cryptic species tend not to co-occur? A case study on two cryptic pairs of butterflies. **PLOS ONE**, v. 10, n. 2, e0117802, 2015.

WALLACE, A. R. The geographical distribution of animals, 2 vols. **Macmillan**, London, 1876.

WIENS, J. A. Spatial Scaling in Ecology. **Functional Ecology**, v. 3, n. 4, p. 385-397, 1989.

## MATERIAL SUPLEMENTAR

**Anexo 1.** Mapa do padrão de ocorrência para anfíbios na Mata Atlântica segundo Vasconcelos et al. 2014.



**Anexo 2.** Mapa do padrão de ocorrência para aves endêmicas da Mata Atlântica segundo Silva et al. 2004.



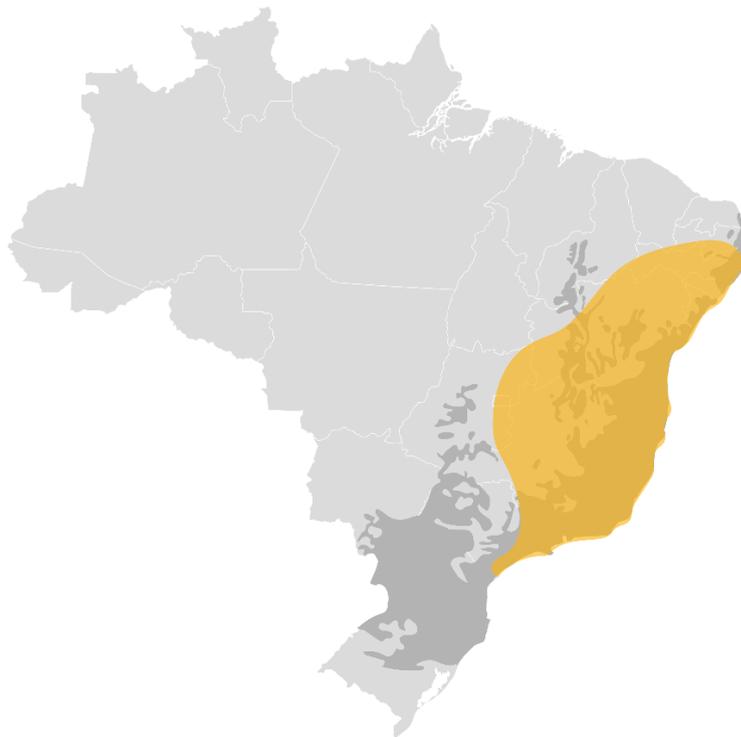
**Anexo 3.** Mapa do padrão de ocorrência para serpentes na Mata Atlântica segundo Moura et al. 2016.



**Anexo 4.** Mapa do padrão de ocorrência para anfíbios endêmicos da Mata Atlântica segundo Jenkins et al. 2015.



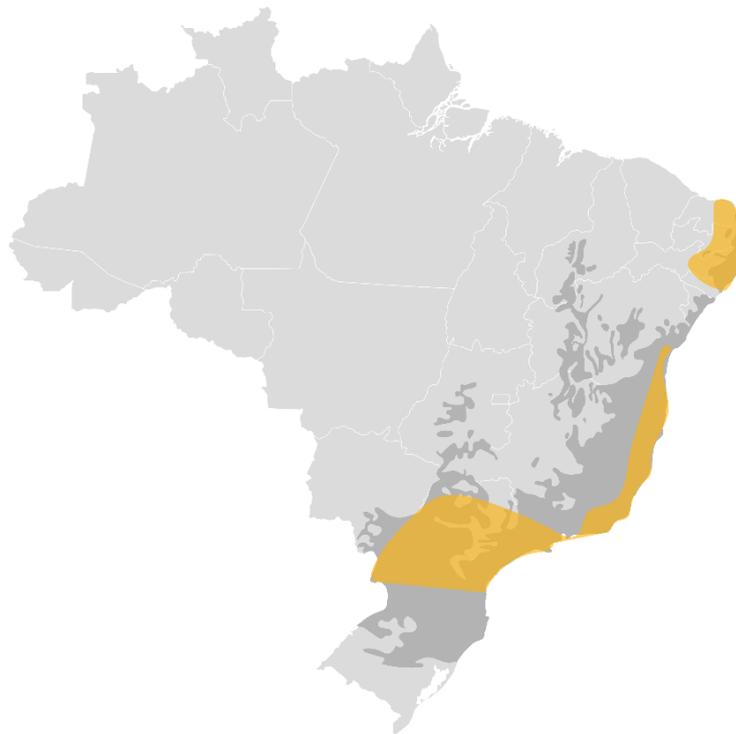
**Anexo 5.** Mapa do padrão de ocorrência para mamíferos endêmicos da Mata Atlântica segundo Jenkins et al. 2015.



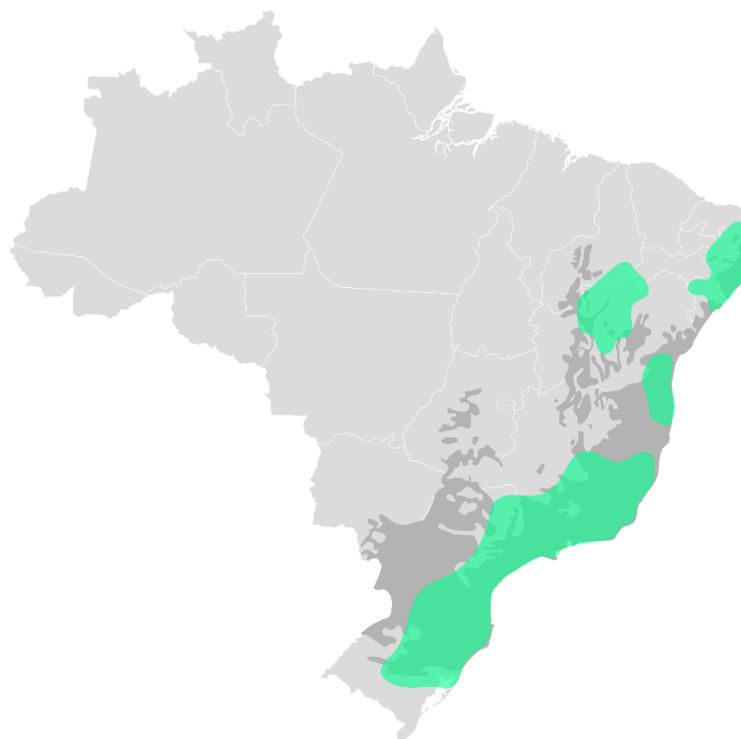
**Anexo 6.** Mapa do padrão de ocorrência para aves endêmicas da Mata Atlântica segundo Jenkins et al. 2015.



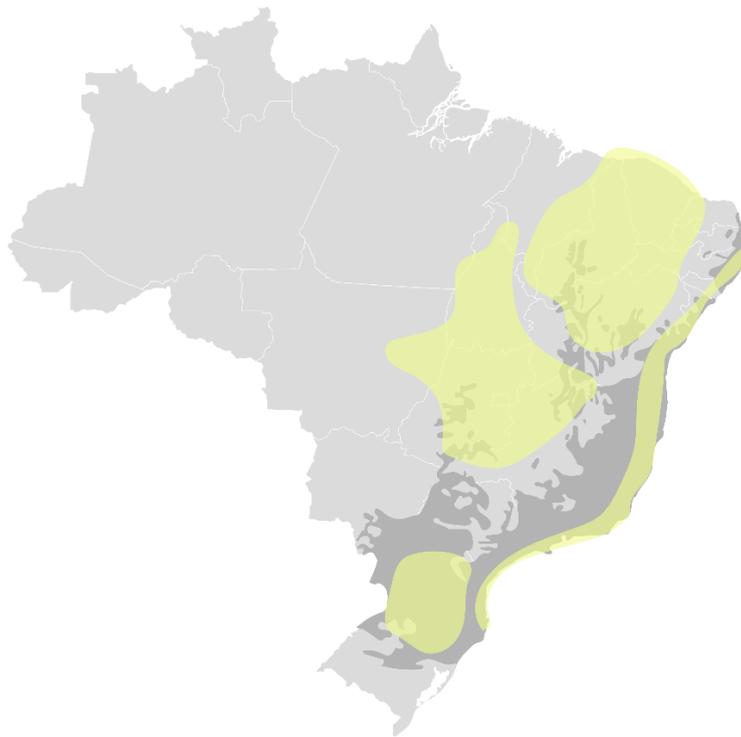
**Anexo 7.** Mapa do padrão de ocorrência para mamíferos endêmicos da Mata Atlântica segundo Costa et al. 2000.



**Anexo 8.** Mapa do padrão de ocorrência para serpentes endêmicas da Mata Atlântica segundo Nogueira et al. 2020.



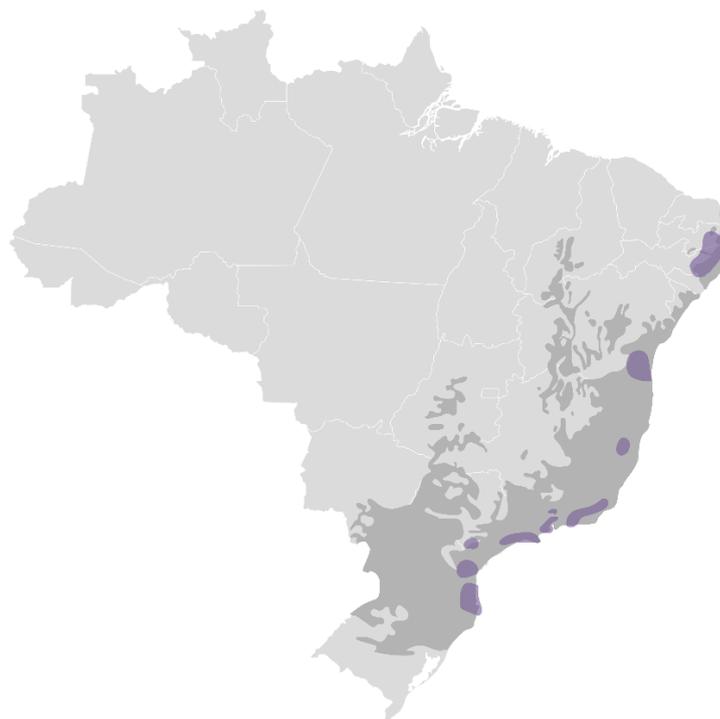
**Anexo 9.** Mapa do padrão de ocorrência para aves endêmicas da Mata Atlântica segundo Cracraft, 1985.



**Anexo 10.** Mapa do padrão de ocorrência para aves endêmicas da Mata Atlântica segundo Stattersfield et al. 1998 adaptado de Cabanne et al. 2008.



**Anexo 12.** Mapa do padrão de ocorrência para opiliões endêmicos da Mata Atlântica segundo DaSilva et al. 2015.



**Anexo 13.** Mapa do padrão de ocorrência para angiospermas lenhosas endêmicas da Mata Atlântica segundo Prance, 1982.



**Anexo 14.** Mapa do padrão de ocorrência para aves endêmicas da Mata Atlântica segundo Hasui et al. 2018.

