

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL  
INSTITUTO DE BIOLOGIA

DISSERTAÇÃO

**Comunidades de Anfíbios Anuros Insulares do Litoral Sudeste do Brasil:  
Composição Taxonômica e Relações com a História de Formação das Ilhas**

GABRIELA BUENO BITTENCOURT SILVA

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL  
INSTITUTO DE BIOLOGIA

**Comunidades de Anfíbios Anuros Insulares do Litoral Sudeste do Brasil:  
Composição Taxonômica e Relações com a História de Formação das Ilhas**

GABRIELA BUENO BITTENCOURT SILVA

*Sob orientação do Professor*

Dr. Hélio Ricardo da Silva

Dissertação submetida como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre em Biologia  
Animal, no Programa de Pós-Graduação em  
Biologia Animal da UFRRJ.

Seropédica, RJ

Abril de 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL  
INSTITUTO DE BIOLOGIA

**GABRIELA BUENO BITTENCOURT SILVA**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Biologia Animal, no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ PELA BANCA EXAMINADORA  
COMPOSTA PELOS MEMBROS:

---

Hélio Ricardo da Silva (Dr.) UFRRJ  
(Orientador)

---

Márcio Roberto Costa Martins (Dr.) USP  
(Titular)

---

Juliana Zina Pereira Ramos (Dra.) UESB  
(Titular)

---

Alexandra Pires Fernandez (Dra.) UFRRJ  
(Suplente)

---

Francisco Racca Filho (Dr.) UFRRJ  
(Suplente)

## AGRADECIMENTOS

Para concluir este trabalho contei com o apoio de várias pessoas e instituições. Nos trabalhos de campo, que envolveram coletas nas ilhas do litoral da Costa Verde do Rio de Janeiro fui auxiliada por Rachel Montesinos, Maria Clara Albuquerque Moreira, André Luiz Carvalho, Ricardo Alves da Silva e Helio Ricardo da Silva, todos associados ao Laboratório de Herpetologia da UFRRJ. Valioso apoio logístico para as viagens às ilhas do Município de Angra dos Reis foi oferecido pelo professor Dr. Fábio B. Pitombo, do Departamento de Biologia Marinha da UFF. Parte da Equipe do Laboratório de Ecologia de Vertebrados da UERJ pelo apoio nas coletas realizadas no Parque Estadual da Ilha Grande. O professor Dr. Ricardo J Sawaya, do Instituto Butantan, e sua aluna Fernanda Centeno, que gentilmente cederam parte dos seus dados não publicados para Ilha de São Sebastião. À Decana de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRRJ, Dra. Áurea Echevaria, por apoiar financeiramente a visita do Professor Dr. Mário de Almeida-Neto do Departamento de Ecologia da UFG, que ministrou curso de 40 horas sobre a teoria e o uso dos programas para análises de aninhamento. Ao Professor Dr. Mário de Almeida-Neto por ter aceitado o convite para vir a UFRRJ para ministrar o curso. À Professora Dra. Soraya Gardel Carelli pela ajuda com os dados geológicos da região da Baía de Sepetiba. Aos Professores Drs. Francisco Racca Filho e Irineu Lobo (DENF-UFRRJ) pelas conversas produtivas no “Escritório do Fernandão”. As licenças para coleta foram concedidas pelo INEA (Ilha Grande) e SISBIO-ICMBio. André Luiz de Carvalho e Rachel Montesinos foram incansáveis no apoio à editoração, construção das ilustrações, conclusão das análises, discussão de idéias e finalização deste volume. À Capes pelo suporte financeiro através de bolsa de mestrado. Ao Professor Dr. Hélio Ricardo da Silva por participar do meu processo de formação acadêmica (desde os primeiros passos mancos), por compartilhar seus conhecimentos, pelos sábios conselhos e, é claro, pela amizade.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	I
MATERIAL E MÉTODOS .....	6
Área de Estudo.....	6
Paleocenários e histórico de formação das ilhas costeiras.....	6
A região estudada.....	8
As ilhas.....	8
Coleta de dados.....	14
Classificação dos tipos de habitats encontrados nas ilhas .....	15
Análise dos dados .....	19
Considerações taxonômicas.....	20
RESULTADOS.....	21
Riqueza de espécies .....	21
Relação espécie-área.....	27
Análise de aninhamento (NODF) .....	27
Similaridade entre as ilhas .....	27
Diversidade de Modos Reprodutivos.....	30
DISCUSSÃO.....	33
Riqueza: Continente x Ilhas.....	33
Relação espécie-área.....	35
Processos explicativos para a composição das comunidades insulares.....	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
APÊNDICES .....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Esquema de oscilações do nível marinho durante os últimos 123.000 anos. As curvas do gráfico inferior mostram as oscilações do nível marinho na Baía da Ilha Grande nos últimos 7.000 anos. Adaptado de Oliveira & Brito (1998) e Montesinos (2010). ..... 7
- Figura 2.** Mapa indicando as áreas do litoral estudadas: (A) localização dos estados no Brasil; (B) detalhe da costa sul fluminense e norte Paulista, evidenciando as ilhas estudadas nos estados (C) de São Paulo e (D) do Rio de Janeiro..... 12
- Figura 3.** Perfis aproximados das ilhas do Rio de Janeiro incluídas neste estudo. No mapa, (A) as linhas representam os transectos usados para traçar os perfis das ilhas (B) Ilha de Itanhangá, Ilha da Gipóia, Ilha Grande, (C) Ilha de Itacuruçá, Ilha de Jaguanum e Ilha da Marambaia. Os perfis foram traçados com o auxílio do aplicativo disponível no site <http://www.heywhatsthat.com/profiler.html>. ..... 13
- Figura 4.** Perfil aproximado das ilhas de São Paulo incluídas neste estudo. No mapa, (A) a linha representa o transecto usado para traçar o perfil das ilhas (B) Ilha de São Sebastião e Ilha Anchieta. O perfil foi traçado com o auxílio do aplicativo disponível no site <http://www.heywhatsthat.com/profiler.html>. ..... 14
- Figura 5.** Representação dos tipos de ambientes reprodutivos encontrados nos habitat Floresta (acima) e Área Aberta e Restinga (abaixo). Adaptado de Pombal Jr & Gordo (2004). ..... 18
- Figura 6.** Resultados das análises de melhor ajuste para a regressão entre as variáveis observadas nas ilhas estudadas. (A) Relação entre a área (Km<sup>2</sup>) e a riqueza de espécies; (B) Relação entre o número de ambientes reprodutivos e a riqueza de espécies; (C) Relação entre o número de ambientes reprodutivos e o número de modos reprodutivos; (D) Relação entre a área (Km<sup>2</sup>) e o número de ambientes reprodutivos; (E) Relação entre a altitude máxima e da riqueza de espécies; (F) Relação entre a distância das ilhas em relação ao continente e a riqueza de espécies. .... 28
- Figura 7.** Dendrograma a partir do índice de Similaridade de Sorensen (%) para as ilhas estudadas (método de ligação UPGMA). ..... 29
- Figura 8.** Número espécies por sítio em relação a dependência dos ambientes aquáticos para a reprodução. Modos reprodutivos dependentes de ambientes aquáticos (em azul) e modos reprodutivos independentes de ambientes aquáticos (em laranja). ..... 30

<b>Figura 9.</b> Número de espécies encontradas por ambiente reprodutivo nas localidades estudadas. ....	32
<b>Figura 10.</b> Resultados da simulação da elevação gradual do nível médio marinho para as ilhas do litoral da Costa Verde do Rio de Janeiro. As imagens foram produzidas o com auxílio do aplicativo “my flood map” que pode ser encontrado no site: <a href="http://flood.firetree.net/">http://flood.firetree.net/</a> . ....	40

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Relação das ilhas incluídas no presente estudo. UF: Unidade Federal. Área (Km <sup>2</sup> ). Alt: altitude máxima da ilha em metros. Dist: distância aproximada da ilha para o continente em quilômetros. Col: coleta. As coletas foram classificadas de acordo com o número de métodos utilizados (BA: busca ativa, PA: parcelas e PF: pit-fall). .....	11
<b>Tabela 2.</b> Fonte dos dados de diversidade de anfíbios insulares incluídas neste estudo. UF: Unidade Federal. ....	15
<b>Tabela 3.</b> Lista dos tipos de ambientes utilizados pelos anuros, tanto durante a fase adulta, quanto na fase larvar.....	17
<b>Tabela 4.</b> Tipos de ambientes reprodutivos presentes em cada uma das ilhas incluídas neste estudo. Total de ambientes reprodutivos com (CR) e sem (SR) os ambientes do habitat Restinga.....	17
<b>Tabela 5.</b> Relação das ilhas estudadas com suas respectivas áreas (km <sup>2</sup> ), número de espécies de anfíbios anuros, E: número de espécies endêmicas (ver considerações taxonômicas); MR: número de modos reprodutivos. As ilhas destacadas em tom de cinza são aquelas de São Paulo, as demais são do Rio de Janeiro.....	21
<b>Tabela 6.</b> Lista das espécies de anfíbios anuros encontradas nas localidades incluídas nesse estudo e os respectivos modos reprodutivos, segundo a classificação proposta por Haddad & Prado (2005). As espécies em negrito são exclusivas das localidades continentais. (* Espécie registrada para o Estado de São Paulo, porém não registrada para as localidades continentais incluídas nesse estudo). .....	22
<b>Tabela 7.</b> Lista das famílias de anuros encontradas nas localidades amostradas. Freq: frequência de ocorrência de cada família; Total de espécies e famílias por localidade. As famílias em negrito foram encontradas exclusivamente nas localidades do continente. ....	25
<b>Tabela 8.</b> Lista dos gêneros de anuros encontrados nas localidades estudadas. Freq: frequência de ocorrência de cada gênero por localidade; Total de espécies e gêneros por localidade. Os gêneros em negrito foram encontrados exclusivamente nas localidades do continente. ....	26
<b>Tabela 9.</b> Valores referentes ao índice de Similaridade de Sorensen calculado em relação às espécies compartilhadas nas ilhas estudadas.....	29
<b>Tabela 10.</b> Número de espécies por modo reprodutivo em cada sítio. MR: modo reprodutivo; Freq: número de sítios em que cada modos reprodutivos ocorreu; Total de espécies e de modos por sítio. ....	31



## RESUMO

BITTENCOURT-SILVA, Gabriela Bueno. **Comunidades de Anfíbios Anuros Insulares do Litoral Sudeste do Brasil: Composição Taxonômica e Relações com a História de Formação das Ilhas**. 2011. 72p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

Através de inventários e compilação de dados da literatura levantou-se a composição de espécies de anfíbios anuros de oito ilhas, sendo seis da Costa Verde do Estado do Rio de Janeiro e duas do litoral norte do Estado de São Paulo. Além das ilhas, foram também compilados da literatura os inventários de duas comunidades representativas do litoral dos dois Estados. Adicionalmente, foram registradas 67 espécies, pertencentes a 11 famílias de anuros nas ilhas e 117 espécies e 14 famílias para o continente. O padrão de distribuição de riqueza das ilhas foi avaliado em relação à área das ilhas, à composição de ambientes usados pelos anuros para reprodução e à complexidade estrutural das ilhas. As análises de correlação da riqueza de espécies *vs.* área e riqueza de espécies *vs.* número de ambientes reprodutivos apresentam resultados significativos, que são indicativos que a riqueza de espécies em ambientes fragmentados depende da interação de ambos os fatores. A fim de avaliar se as ausências compartilhadas de espécies entre as ilhas ocorrem ao acaso ou encontram-se estruturadas, realizou-se uma análise de aninhamento com o auxílio da métrica NODF. O padrão previsto foi confirmado e a perda de diversidade é discutida em relação à eventos climáticos do início do Holoceno e à disponibilidade de ambientes reprodutivos nas ilhas. Discute-se ainda como os resultados desse estudo podem servir para orientar programas de conservação de espécies de anfíbios anuros.

*Palavras chaves:* Aninhamento, Anura, biodiversidade, biota insular, flutuação do nível marinho, fragmentação de habitat, Holoceno, NODF, perda de espécies.

## ABSTRACT

BITTENCOURT-SILVA, Gabriela Bueno. **Insular Anuran (Amphibia) Communities of the Southeast Coast of Brazil: Taxonomic Composition and Relationship to the History of the Islands**. 2011. 72p. Dissertation (Master of Science in Animal Biology). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2011.

A data set containing a list of the known species of frogs that occur near shore and on eight islands of the south coast of the State of Rio de Janeiro and north of the State of São Paulo was produced. For that, I compiled data from the literature and conducted inventories of a few of the islands. This list included 67 anuran species belonging to 11 families for eight islands and 117 species and 14 families for two localities on the mainland. The pattern of richness between islands was analyzed in respect to the island area and the composition of habitats used by the anurans for reproduction. Insular structural complexity was also evaluated in this regard. The results of correlation analyses of area *vs.* species richness and species richness *vs.* number of reproductive habitats were highly significant indicating that species richness prediction in fragmented environments depends on both factors. Nestedness analyses using the metric NODF was performed in an attempt to investigate whether shared species absences among the islands are the result of a random process or represents a pattern indicative of ordered loss of species. The predicted pattern was confirmed – that is, that species loss is non-random and that this was possibly caused by habitat loss. The role played by climatic events at the beginning of the Holocene and of the availability of reproductive habitats in the islands upon species loss is discussed. Furthermore, it is discussed how these results can help to guide conservation strategies of anuran species.

*Key words:* Anura, biodiversity, habitat fragmentation, Holocene, insular biota, nestedness, NODF, sea level fluctuations, species loss.

## INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica é considerada um dos *hotspots* de biodiversidade para vários grupos de animais e plantas (Myers *et al.* 2000). Ao longo de sua distribuição, que vai do Estado do Rio Grande do Sul ao Piauí, abriga cerca de 480 espécies de anfíbios (Becker *et al.* 2007), sendo 90% dessas espécies consideradas endêmicas (Myers *et al.* 2000). A região sudeste do Brasil é a que apresenta os inventários de anfíbios anuros mais completos para o bioma (Araújo *et al.* 2009). O trabalho de Izecksohn & Carvalho-e-Silva (2001), em que foi publicada a lista de anuros do Município do Rio de Janeiro, e o de Heyer *et al.* (1990), para a Estação Biológica de Boracéia, no Estado de São Paulo, encontram-se entre os mais representativos e ambos trazem listas compostas por 68 espécies de anuros, que somadas a dezenas de outros inventários publicados para esses estados (Araújo *et al.* 2009) apontam para uma elevada diversidade em toda a região.

No litoral Sul do Estado do Rio de Janeiro, a região conhecida como Costa Verde ainda abriga áreas bem conservadas de Floresta Atlântica. A região é composta por florestas de encosta e faixas de planície litorânea, incluindo áreas que foram inundadas há aproximadamente  $7000 \pm 3000$  anos, durante os eventos transgressivos do Holoceno (Suguio & Martin 1978). Nesse período, as porções mais baixas da costa foram inundadas e apenas as porções mais elevadas das montanhas ficaram acima d'água, dando origem às ilhas continentais hoje existentes. Algumas dessas localidades costeiras e insulares foram exaustivamente inventariadas, dando origem à listas de espécies baseadas em ampla amostragem. O Município de Mangaratiba é o que apresenta a lista mais completa de espécies de anuros. Carvalho-e-Silva *et al.* (2008) identificaram 41 espécies de anuros para a localidade e pelo menos mais 11 espécies foram acrescentadas através de coletas durante o projeto Biota Faperj, realizado pela equipe do Laboratório de Herpetologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e através de visitas à Coleção Herpetológica do Museu Nacional (MNRJ) (H. R. Silva, dados não publicados). Outras localidades continentais da região da Costa Verde carecem de inventários mais completos e apenas registros isolados de ocorrência de algumas espécies podem ser acessados através de espécimes depositados em coleções científicas em universidades e museus.

Próximo à costa fluminense, registram-se centenas de ilhas de variados tamanhos e níveis de complexidade estrutural (bacias hidrográficas, relevo, etc). Contudo, apenas uma pequena fração delas teve sua anurofauna inventariada (Silva *et al.* 2008, Rocha *et al.* 2009).

Os esforços amostrais empregados em localidades insulares geraram resultados altamente significativos quanto aos padrões de riqueza e diversidade no litoral sul fluminense (Silva *et al.* 2008, Rocha *et al.* 2009). Comparativamente, um maior esforço amostral foi empregado em localidades continentais do litoral Norte do Estado de São Paulo, resultando em um maior número de listas de espécies de anuros publicadas (Pombal Jr. & Gordo 2004, Heyer *et al.* 1990, Bertoluci 1997). Além disso, várias ilhas foram inventariadas (Sawaya 1999, Centeno 2008, Zina 2010), mas para apenas duas delas dispõem-se de listas publicadas (Bertoluci 1997, Cicchi *et al.* 2009).

A elevada diversidade de espécies observada em localidades costeiras do sudeste do Brasil vem sendo atribuída a diversos fatores, como a alta complexidade estrutural dos ambientes, que abrangem desde áreas de baixada litorânea até montanhas com mais de 1500 metros de altitude, à elevada umidade, decorrente do regime de chuvas orográficas, à complexa topografia e às variações sazonais que influenciam na composição florística da região (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1993, Morellato & Haddad 2000, Bertoluci *et al.* 2007). Contudo, ainda não foi possível identificar quais dessas variáveis são mais importantes na determinação dos padrões de riqueza e diversidade das localidades amostradas.

Um fator adicional que leva a inúmeros questionamentos relacionados aos padrões e processos geradores e mantenedores de diversidade nas áreas costeiras do sudeste do Brasil é o alto grau de endemismos encontrado nessa região (Rocha *et al.* 2004). A Floresta Atlântica apresenta uma família (Brachycephalidae) e nove gêneros de anuros exclusivos, dos quais oito (*Dendrophryniscus*, *Frostius*, *Phasmahyla*, *Phrynomedusa*, *Crossodactylodes*, *Cycloramphus*, *Euparkerella*, *Megaelosia* e *Paratelmatobius*) encontram-se representados na região Sudeste (Duellman 1999, Haddad & Prado 2005, Frost 2011). Esse elevado número de endemismos vem sendo também reportado para localidades insulares dessa região (Silva & Alves-Silva 2008, Centeno 2008). No entanto, algumas espécies consideradas endêmicas, com áreas de distribuição restrita, podem representar relictos isolados em decorrência dos efeitos da fragmentação de habitats, seja por eventos históricos (*i.e.*, mudanças climáticas e oscilações do nível médio marinho), ou por eventos recentes relacionados à destruição de habitats devido ao crescimento da população humana. A avaliação dessas questões demanda investigações detalhadas com base no conhecimento da filogenia dos grupos e padrões moleculares ao longo de sua distribuição, o que ainda não foi empreendido.

Além de congregar uma alta diversidade de espécies, a Floresta Atlântica do sudeste do Brasil reúne ainda grande parcela da diversidade de modos reprodutivos observada para

anfíbios anuros (Haddad & Prado 2005). Nesse bioma foram identificados, até o momento, 27 modos reprodutivos (Haddad & Prado 2005), variando desde espécies com modos extremamente dependentes de ambientes aquáticos (larvas e ovos depositados em corpos d'água), até espécies que completamente desse tipo de ambiente para reprodução (*e.g.* *Gastrotheca* sp., que carrega os ovos em bolsa dorsal). Embora um estudo envolvendo fragmentos florestais na Floresta Amazônica tenha demonstrado que a presença de habitats reprodutivos é um melhor preditor de riqueza para espécies de anuros do que a área em si (Zimmermann & Bierregaard 1986), essa hipótese ainda não foi testada para a Floresta Atlântica.

A relação espécie-área é um paradigma nos estudos de Ecologia (Brown 1971, MacArthur & Wilson 1967, Simberloff 1974, Schoener 1976, entre outros) e prediz que a riqueza de espécies aumenta em função do aumento da área. De acordo com Kohn & Walsh (1994) o número de habitats está diretamente correlacionado à área. Há muito se debate sobre qual seria o melhor preditor da riqueza de espécies. Enquanto uns acreditam ser a área o maior responsável por determinar o número de espécies de um fragmento ou ilha (Brown 1971), outros acreditam que seja a heterogeneidade de habitats presentes em cada sítio (Johnson & Simberloff 1974, Reed 1981). Porém, muitos autores consideram que o número de espécies seja regulado pelos dois fatores de forma complementar, podendo operar individual ou concomitantemente (Kohn & Walsh 1994, Rosenzweig 1995, Ricklefs & Lovette 1999, Connor & McCoy 2001). Estudos dedicados à áreas insulares ou fragmentadas indicam a existência de padrão que associa a área das ilhas amostradas com a riqueza de espécies (MacArthur & Wilson 1967, Simberloff 1976).

A relação espécie-área determina que a riqueza de espécies é regulada pela área (Arrhenius 1921), ou seja, ilhas (ou fragmentos) maiores contêm mais espécies do que ilhas (ou fragmentos) menores. Porém, apenas a área pode não explicar os incrementos em riqueza observados. Não existindo entre os pesquisadores que se debruçam sobre o assunto um consenso sobre os mecanismos que determinam o padrão de riqueza de espécies em ilhas e fragmentos (Williams 1964, MacArthur & Wilson 1967, Simberloff 1976, Connor & McCoy 1979, Kohn & Walsh 1994, Ricklefs & Lovette 1999, Fox & Fox 2000). As duas principais hipóteses associadas a esse tema apresentam: (i) a diversidade sendo regulada pela área e distância da ilha para o continente ou área fonte e (ii) a diversidade de habitats como fator regulador da diversidade de espécies.

A primeira é fundamentada na Teoria de Equilíbrio de Biogeografia de Ilhas (MacArthur & Wilson 1967). Eles apresentam um modelo que sugere que a composição de

espécies da biota de uma ilha seja determinada pelo equilíbrio dinâmico entre as taxas de imigração e extinção de espécies. Neste modelo, a área e a distância entre as ilhas e o continente (ou fonte mais próxima de espécies) estão diretamente relacionadas com as taxas de imigração e extinção. Assim, para ilhas maiores, espera-se encontrar valores mais elevados de riquezas do que o de ilhas menores, bem como as ilhas mais próximas de potenciais áreas-fonte apresentam riquezas de espécies mais elevados do que aqueles para as ilhas mais distantes. Este modelo foi desenvolvido para explicar a composição das comunidades em ilhas oceânicas, de origem vulcânica, onde indivíduos das diferentes espécies chegaram através de migração (passiva ou ativa) cruzando as longas distâncias que separam essas ilhas dos continentes. No entanto, a aplicação deste modelo às ilhas continentais é questionável (Lomolino 1996). Muitas das espécies que compõe essas comunidades insulares não chegaram a essas ilhas por dispersão após sua formação. Em função do modo de formação das ilhas, pelo menos para anfíbios, que apresentam dificuldades de dispersar pelo ambiente marinho, dispersão não é esperado como importante mecanismo de formação dessas comunidades.

A segunda hipótese, relacionada com a diversidade de habitats, é defendida por Williams (1964) e propõe que quanto maior for a diversidade de habitats de uma ilha, maior será sua riqueza de espécies. Nesse caso, a área age indiretamente sobre a riqueza, uma vez que ilhas maiores são capazes de portar uma diversidade de habitats maior. Contudo, Kohn & Walsh (1994) sugerem que os efeitos da área e da heterogeneidade de habitats sobre a diversidade de espécies não podem ser dissociados. Hipóteses alternativas àquelas envolvendo a relação espécie-área sugerem que outros fatores podem ser responsáveis pela determinação da riqueza (Williams 1964, MacArthur & Wilson 1967, Simberloff 1976, Connor & McCoy 1979, Kohn & Walsh 1994, Ricklefs & Lovette 1999, Fox & Fox 2000). Dentre esses fatores, encontram-se os físicos e geográficos, *i.e.*, altitude máxima e idade da ilha e outros biológicos, cuja classificação varia de acordo com os critérios impostos pelo pesquisador, *i.e.*, a diversidade de habitats, o grau de dependência em relação ao habitat e a capacidade de dispersão das espécies. Esses últimos fatores, por serem muitas vezes arbitrariamente definidos, são mais difíceis de serem comparados. Desta forma, a busca por padrões pode ser enviesada e associações equivocadas serem estabelecidas.

Independentemente da capacidade de se estabelecer o grau de importância dos fatores responsáveis pela determinação dos padrões de riqueza e diversidade, ou o modo sinérgico como os mesmos atuam, tem-se cada vez mais clareza a respeito da estruturação de comunidades de ilhas continentais ou fragmentos em um padrão aninhado, observado em

diversos grupos taxonômicos (Patterson 1990, Atmar & Patterson 1993, Wright *et al.* 1998, Yiming *et al.* 1998). O que, em linhas gerais significa que, comunidades em áreas insulares ou fragmentadas são ditas aninhadas quando os sítios com as biotas mais depauperadas formam sub-conjuntos sucessivos de sítios com biotas mais ricas (Patterson & Atmar 1986). Para que o aninhamento seja observado, três condições (ou premissas) devem ser respeitadas (Patterson & Brown 1991): (i) as ilhas devem compartilhar o mesmo histórico biogeográfico, (ii) devem apresentar sítios ecologicamente comparáveis e (iii) as espécies devem agrupar-se hierarquicamente de acordo com suas relações ecológicas.

Para este padrão de comunidades aninhadas, com as ilhas ou fragmentos menores apresentando comunidades mais pobres em espécies, que contêm um subconjunto depauperado de espécies das áreas maiores, têm-se adotado um modelo explicativo relativamente simples. Em geral, a extinção seletiva de espécies é apontada como principal mecanismo responsável pela estruturação dessas comunidades (Soulé *et al.* 1988, Cutler 1991, Atmar & Patterson 1993, Yiming *et al.* 1998). Ou seja, as áreas mais depauperadas, durante seus processos de formação, perderam espécies.

Ao analisar os padrões de riqueza e diversidade de anuros de áreas insulares da costa sudeste do Brasil, foram estabelecidas algumas hipóteses fundamentadas no conhecimento do histórico de isolamento das áreas estudadas e dos níveis de associações das espécies amostradas aos elementos da paisagem. Dessa forma, objetivou-se identificar os efeitos da fragmentação de habitats na estruturação das comunidades de anuros, tomando as ilhas costeiras como experimentos de longo prazo dos efeitos da redução de área e da impossibilidade de dispersão entre fragmentos (ou seja, que uma vez perdida uma espécie da comunidade, esta não teve chances de recolonizar a área). Além disso, buscou-se compreender as regras gerais do processo. Ou seja, se algum mecanismo pode ser apontado como causador dos padrões de riqueza entre as ilhas estudadas.

### *Área de Estudo*

#### **Paleocenários e histórico de formação das ilhas costeiras**

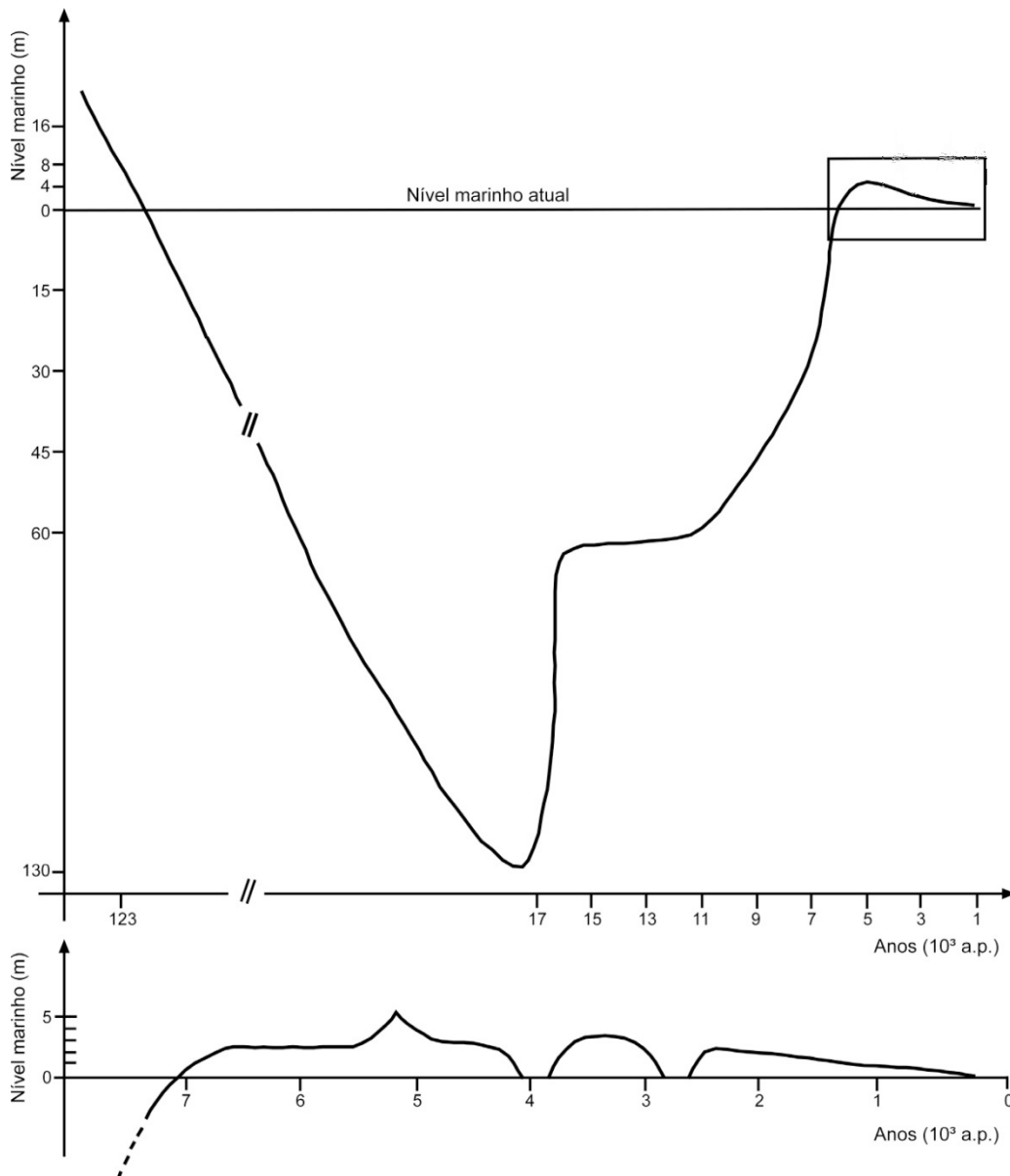
Durante o Quaternário, ocorreram várias oscilações climáticas de intensa magnitude (Heine 2000). Essas mudanças, que resultam em variações no tamanho das geleiras, tanto nos pólos, como no topo das montanhas (Williams *et al.* 1993), foram acompanhadas de transgressões e regressões marinhas (Zazo 1999). Há cerca de 120.000 anos antes do presente (a.a.p.) o nível médio marinho estava cerca de  $8 \pm 2$  metros acima do atual e em aproximadamente cem mil anos baixou cerca de 118 metros (ver Figura 1), expondo praticamente toda a plataforma continental do litoral brasileiro (Tessler & Goya 2005). Ao término do período glacial, o nível elevou-se gradativamente e há aproximadamente  $10 \pm 3$  mil anos as porções costeiras mais elevadas dos continentes foram isoladas dando origem às ilhas continentais. O final deste período de glaciações, que marca o início do Holoceno, é datado de aproximadamente 11.700 anos (International Commission on Stratigraphy 2009). Deste momento em diante, o clima passou por períodos secos e frios, e outros úmidos e quentes (Araújo *et al.* 2005, Mahiques *et al.* 2008).

Com base em evidências biológicas (*e.g.* gastrópodes vermetídeos), Suguio & Martin (1978), sugerem que ocorreram dois grandes eventos transgressivos, evidentes no litoral do Estado de São Paulo e no extremo sul do litoral do Rio de Janeiro: (i) O primeiro evento é conhecido como Transgressão Cananéia e afetou basicamente a parte sul do litoral paulista; (ii) A segunda transgressão, denominada Transgressão de Santos reúne testemunhos que permitiram a construção de curvas de variação do nível marinho referentes aos últimos 8.000 anos (Suguio & Martin 1978). Há aproximadamente 5.100 a.a.p. o nível do mar encontrava-se  $\pm 4,8$  metros acima do atual na região da Baía da Ilha Grande e após esse período o nível marinho retrocedeu e há aproximadamente 3.800 a.a.p. esteve possivelmente abaixo do nível atual (Fig. 1). Em torno de 3.500 a.a.p. o nível do mar atingiu um segundo máximo, elevando-se aproximadamente 3 metros acima do atual e subseqüentemente iniciando um processo de regressão progressiva até atingir o presente estado (Suguio & Martin 1978).

No litoral, esses eventos acabaram por inundar uma região costeira e deixar expostos apenas os pontos mais elevados do relevo, hoje as ilhas que observamos, por exemplo, no litoral da Costa Verde do Rio de Janeiro. É importante ressaltar que os eventos de



transgressão ocorreram de forma gradual, isolando as ilhas em tempos diferentes, variando de acordo com a topografia da região. Algumas ilhas foram formadas primeiro, enquanto outras continuaram conectadas ao continente durante um período mais longo. Isso pode ser evidenciado analisando-se os dados batimétricos das baías de Paraty, Ilha Grande e Sepetiba, que apresentam área com canais profundos, como o que existe entre a Ilha de Itacuruçá e Ilha de Jaguanum, atingindo mais de 20 metros de profundidade. A Ilha de São Sebastião teve seu último contato com o continente entre 10.000 e 12.000 a.a.p. (Vanzolini 1973), enquanto outras ilhas têm idade aproximada entre 7.000 e 9.000 anos.



**Figura 1.** Esquema de oscilações do nível marinho durante os últimos 123.000 anos. As curvas do gráfico inferior mostram as oscilações do nível marinho na Baía da Ilha Grande nos últimos 7.000 anos. Adaptado de Oliveira & Brito (1998) e Montesinos (2010).

## **A região estudada**

A Costa Verde é a denominação regional atribuída a costa sul do Estado do Rio de Janeiro e compreende os municípios de Paraty, Angra dos Reis, Mangaratiba e Itaguaí, além das ilhas da baías de Paraty, Ilha Grande e Sepetiba (Fundação CIDE-RJ 2006). Juntas, as baías reúnem centenas de ilhas e ilhotas que variam em tamanho e distância umas das outras e delas em relação ao continente (Instituto Terra – IEF 2008). A região está inserida no Bioma Floresta Atlântica e o tipo de vegetação da área de estudo é classificado como Floresta Ombrófila Densa, apresentando três das suas quatro variações florestais: i) Sub-montana; ii) Montana; e iii) Alto-montana (Instituto Terra – IEF 2008). O relevo da Costa Verde caracteriza-se pela abrupta transição entre a reduzida planície costeira e as escarpas íngremes da Serra do Mar, conhecida localmente como “Serra da Bocaina”. A Serra do Mar se estende pelo litoral brasileiro desde o Estado do Espírito Santo até o Sul, em Santa Catarina (Instituto Terra – IEF 2008).

Além da Costa Verde, foram incluídas neste estudo algumas áreas de potencial influência sobre a anurofauna da região estudada. Essas áreas fazem parte do Município do Rio de Janeiro. Também foram incluídas as listas de espécies de anuros de duas ilhas pertencentes ao Estado de São Paulo (Municípios de Ubatuba e Ilhabela): Ilha Anchieta e Ilha de São Sebastião. Ambas localizadas no litoral norte do Estado, inseridas no corredor de biodiversidade da Serra do Mar (Instituto Terra – IEF 2008). Algumas informações sobre as ilhas são apresentadas na Tabela 1.

Segundo a classificação climática de Köppen (1948), o clima da região é quente e úmido, apresentando curta estação seca (Aw) (Instituto Terra – IEF 2008). A média de precipitação anual da região varia entre 1250-2000 mm (Behling 1998). Durante os meses de verão ocorrem fortes chuvas na região produzidas pelo encontro das frentes frias polares com a massa de ar tropical (Nimer 1989, Hastenrath 1991). Os maiores volumes de chuva são registrados entre os meses de novembro e abril, enquanto nos meses de junho a setembro ocorrem os menores valores (Soares 2006). Apesar da média de chuvas variar ao longo do ano, nenhum mês registrou precipitação inferior a 50 mm (Instituto Terra – IEF 2008).

## **As ilhas**

Todas as ilhas incluídas neste estudo compartilham o mesmo histórico de formação, *i.e.*, foram isoladas durante o Holoceno (Suguio & Martin 1978). Desse modo, as formações vegetais dessas ilhas muito se assemelham às do continente próximo, salvo algumas

diferenças decorrentes das variações topográficas de cada ilha e de composição, o que pode estar associado ao tamanho das ilhas. O clima é o mesmo para toda a região e é classificado como Aw (Köppen 1948), no entanto existem diferenças nas médias de precipitação anual entre as áreas, outra vez devido às variações no relevo que influenciam o regime de chuvas de forma localizada. O mapa apresentado na Figura 2 aponta a localização das oito ilhas estudadas. As Figuras 3 e 4 mostram os perfis aproximados dessas ilhas.

A história da ocupação humana nessas ilhas data do início do século XVI e é marcada por diversas intervenções, com as mesmas servindo ao cultivo de cana-de-açúcar e café, e até como local para triagem e quarentena de enfermos e escravos, presídios, comunidades de pescadores, remanescentes de quilombos, pontos de atração turística, entre outros (Mello 1987, Nóbrega 2004, Conde *et al.* 2005, Cicchi 2007). Algumas dessas ilhas são parcialmente ou completamente protegidas por parques e reservas, enquanto outras não possuem nenhum tipo de proteção contra as ações humanas.

As ilhas incluídas nesse estudo podem ser classificadas em duas categorias de acordo com a área. Um grupo sendo composto por ilhas grandes e médias (*i.e.*, Ilha de São Sebastião, Ilha Grande e Ilha da Marambaia) e outro por ilhas pequenas e muito pequenas (*i.e.*, Ilha de Itacuruçá, Ilha Anchieta, Ilha da Gipóia, Ilha de Jaguanum e Ilha de Itanhangá).

A Ilha Grande, localizada na baía de mesmo nome, é a maior ilha da Costa Verde e está inserida dentro da APA-Tamoios. Além disso, a ilha é dividida em outras três áreas de proteção: i) Parque Estadual da Ilha Grande (PEIG); ii) Parque Estadual Marinho do Aventureiro (PEMA); e iii) Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (RBEPS). O relevo da ilha é montanhoso, com reduzidas áreas de planície no entorno. A vegetação da ilha apresenta diversos níveis de sucessão, resultantes da ação antrópica através das últimas décadas (Araújo & Oliveira 1988). A ilha já teve grande parte de sua área desmatada para o cultivo de cana-de-açúcar e café, além de ter servido de base para a construção de um presídio político e um local para triagem de viajantes enfermos antes da chegada no continente (Mello 1987).

A Ilha da Marambaia, administrada pela Marinha do Brasil, é base do Centro de Adestramento da Ilha de Marambaia (CADIM), onde são realizados treinamentos periódicos. Também existem colônias de pescadores que residem nas áreas mais planas próximas às praias. A ilha é composta por duas formações de origens independentes: a paleo-ilha (*i.e.*, o topo de uma montanha submersa) e a restinga da Marambaia, que consiste em uma faixa de areia composta por dunas que se estendem por cerca de 40 km até o continente, de onde é separada pelo canal do Bacalhau. O relevo da ilha é montanhoso, com poucas áreas de baixada (excluindo-se a área da restinga). A porção da restinga conectada à paleo-ilha

apresenta áreas com formação arbustiva não inundável, caracterizadas por ilhas de vegetação circundadas por áreas abertas (Castro *et al.* 2007). Essas áreas fazem fronteira com florestas densas, presentes em grande parte da ilha, através de uma transição abrupta de fisionomias (Menezes & Araújo 2005). A causa dessa drástica mudança entre fitofisionomias está relacionada com as oscilações do nível marinho ao longo do Quaternário, que também foram responsáveis pela formação de florestas inundadas e inundáveis nessa área (Roncarati & Menezes 2005). O restante da ilha apresenta formações vegetais típicas de Floresta Ombrófila Densa, como as encontradas no continente.

Dentre as ilhas da Costa Verde, a Ilha de Itacuruçá é a mais próxima do continente (ver Tabela 1) e essa proximidade facilita a ocupação humana, aumentando o impacto causado pela ação antrópica. A ilha apresenta muitas áreas alteradas devido a construções de habitações humanas, introdução de animais domésticos, plantações de banana, etc. O clima é o mesmo das áreas continentais adjacentes e a vegetação é constituída por floresta secundária.

A Ilha da Gipóia faz parte da APA-Tamoios, que abrange todas as ilhas do município de Angra dos Reis. A ilha é ocupada principalmente por propriedades particulares e estabelecimentos turísticos, como pousadas e restaurantes. A vegetação é classificada como Floresta Sub-montana Densa (Ururahy *et al.* 1983), porém 80% da área é coberta por mata secundária, resultante de processos de regeneração ou reflorestamento (Esbérard 2009).

A Ilha de Jaguanum está separada da Ilha de Itacuruçá por um canal de mais de 20 metros de profundidade (Cunha *et al.* 2006). A ocupação da ilha consiste em propriedades particulares e algumas instalações turísticas, como restaurantes e bares. As poucas áreas planas encontradas consistem em praias com estreitas faixas de areia, onde pequenos córregos sazonais deságuam. A canalização das nascentes de água acabaram com os pequenos riachos e com áreas onde a água costumava se acumular formando poças (comunicação pessoal com morador antigo).

A menor de todas as ilhas é a Ilha de Itanhangá, localizada no Município de Angra dos Reis. A ilha é constituída por dois topos de montanha conectados por uma diminuta faixa de areia, ocupada por habitações humanas. As encostas são íngremes e, em grande parte, recobertas por vegetação. A pequena área florestada provê material orgânico suficiente para manter uma densa camada de folhiço que ajuda na retenção de umidade do solo. Como o topo da ilha não é muito acuminado, a água das chuvas acumula-se formando um pequeno brejo dentro da floresta.

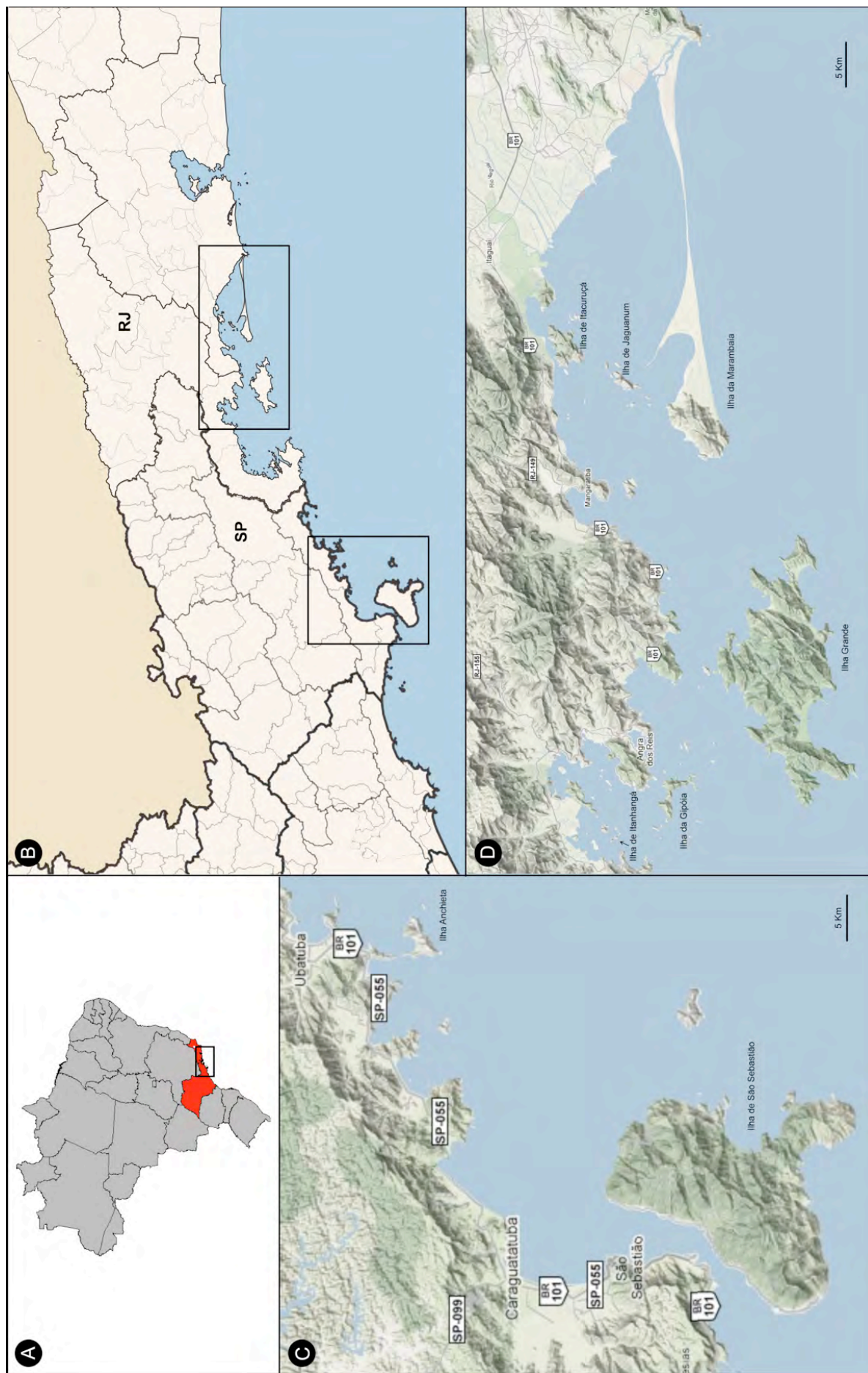
A Ilha de São Sebastião tem 80% de sua área protegida pelo Parque Estadual de Ilhabela (PEIB), criado em 1977 com o intuito conservar os remanescentes florestais da ilha

(Secretaria do Meio Ambiente - SMA, 1998). O relevo é acidentado, apresentando um conjunto de montanhas com escarpas íngremes e apenas 2% de superfície representada por áreas planas ou ligeiramente acidentadas (França 1944; 1954). Existem duas áreas reconhecidas como Florestas de Baixada (França 1954): a Planície do Perequê, que está totalmente urbanizada, e a Baía de Castelhanos, que apresenta vegetação secundária (Sawaya 1999). A vegetação da ilha é classificada como Floresta Ombrófila Densa, apresentando as formações florestais Submonta e Montana, além de vegetação secundária (IBGE 1983).

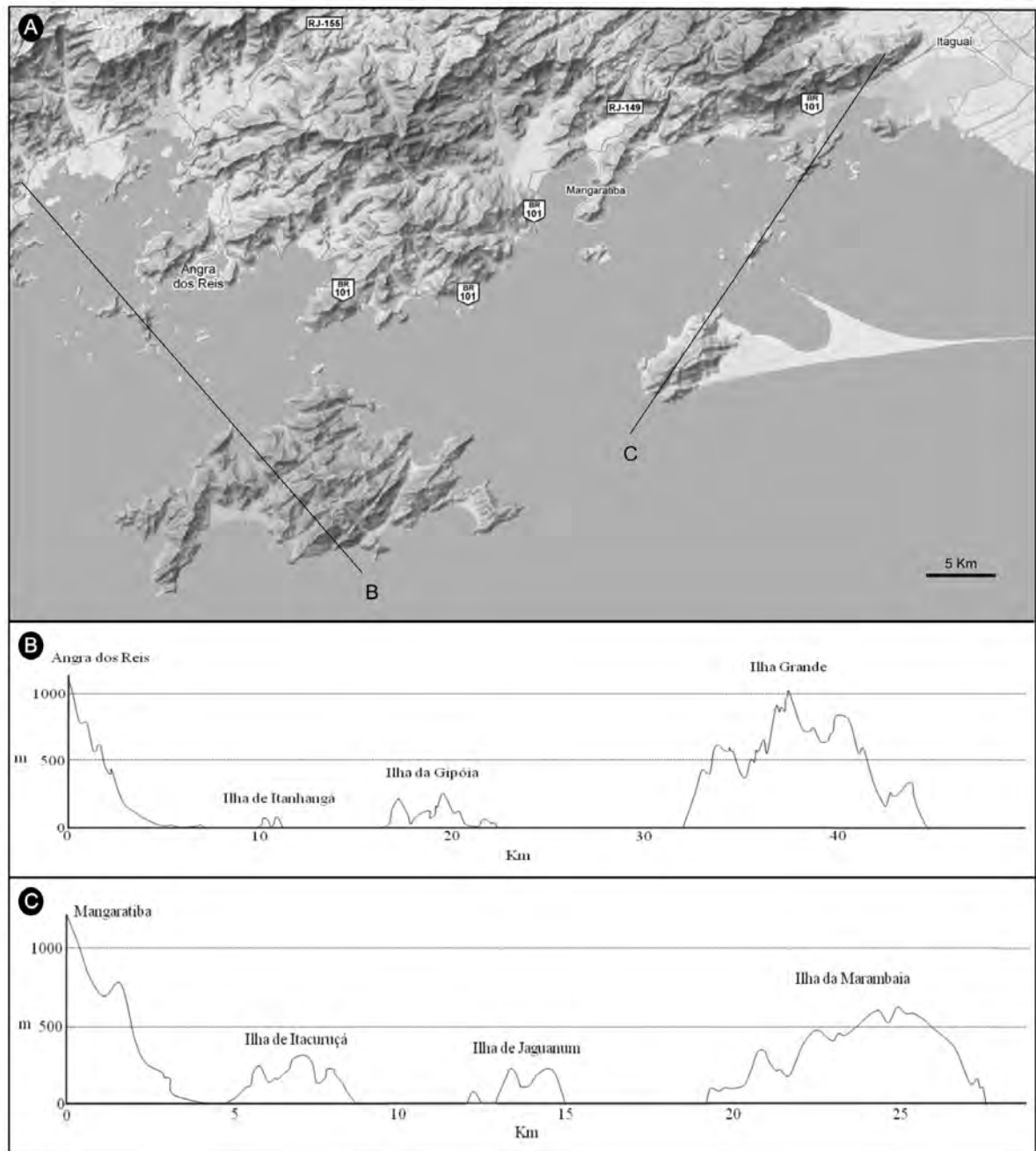
A Ilha Anchieta é protegida pelo Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), que abrange toda a extensão da ilha. A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa, porém devido a fortes pressões antrópicas, a ilha apresenta um mosaico vegetacional em diferentes estádios de regeneração (SP: SMA/IF 2005, em Cicchi *et al.* 2009). A ilha, apesar de pequena, também apresenta uma formação de restinga em sua face voltada para o continente.

**Tabela 1.** Relação das ilhas incluídas no presente estudo. UF: Unidade Federal. Área (Km<sup>2</sup>). Alt: altitude máxima da ilha em metros. Dist: distância aproximada da ilha para o continente em quilômetros. Col: coleta. As coletas foram classificadas de acordo com o número de métodos utilizados (BA: busca ativa, PA: parcelas e PF: pit-fall).

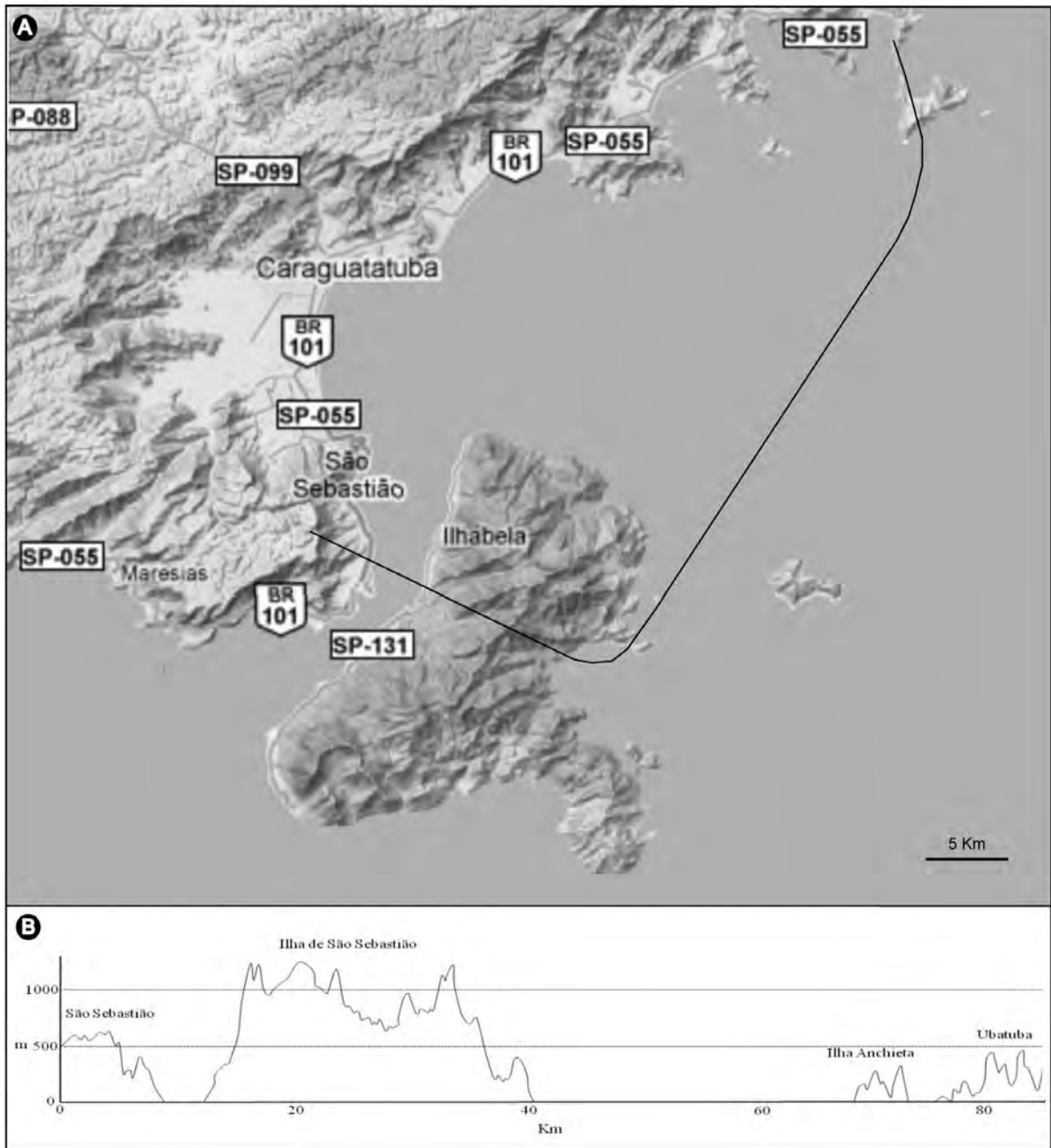
Ilha	Município	UF	Localização	Área	Alt	Dist	Col
São Sebastião	Ilhabela	SP	23°46'S 45°21'W	348.3	1379.00	1,9	BA, PA, PF
Grande	Angra dos Reis	RJ	23°10'S 44°12'W	193.0	1031.00	3,0	BA, PA
Marambaia	Mangaratiba	RJ	23°03'S 44°20'W	42.0	647.00	9,5	BA, PF
Itacuruçá	Mangaratiba	RJ	22°56'S 43°53'W	9.9	335.00	0,2	BA, PF
Anchieta	Ubatuba	SP	23°27'S 45°02'W	8.3	339.00	0,5	BA, PF
Gipóia	Angra dos Reis	RJ	23°02'S 44°21'W	6.0	286.00	0,7	BA
Jaguanum	Mangaratiba	RJ	23°59'S 43°55'W	2.5	232.00	6,6	BA, PF
Itanhangá	Angra dos Reis	RJ	22°59'S 44°24'W	0.3	79.0	1,3	BA



**Figura 2.** Mapa indicando as áreas do litoral estudada: (A) localização dos estados no Brasil; (B) detalhe da costa sul fluminense e norte Paulista, evidenciando as ilhas estudadas nos estados (C) de São Paulo e (D) do Rio de Janeiro.



**Figura 3.** Perfis aproximados das ilhas do Rio de Janeiro incluídas neste estudo. No mapa, (A) as linhas representam os transectos usados para traçar os perfis das ilhas (B) Ilha de Itanhangá, Ilha da Gipóia, Ilha Grande, (C) Ilha de Itacuruçá, Ilha de Jaguanum e Ilha da Marambaia. Os perfis foram traçados com o auxílio do aplicativo disponível no site <http://www.heywhatsthat.com/profiler.html>.



**Figura 4.** Perfil aproximado das ilhas de São Paulo incluídas neste estudo. No mapa, (A) a linha representa o transecto usado para traçar o perfil das ilhas (B) Ilha de São Sebastião e Ilha Anchieta. O perfil foi traçado com o auxílio do aplicativo disponível no site <http://www.heywhatsthat.com/profiler.html>.

#### *Coleta de dados*

Primeiramente, foi realizado um inventário das espécies de anfíbios anuros presentes nas áreas estudadas através de uma revisão bibliográfica (Tabela 2). No caso das ilhas para as quais não se conhecia a diversidade de espécies, foram realizadas expedições para coleta de espécimes entre os meses de março de 2009 e janeiro de 2011, geralmente nos meses



chuvosos. Os anuros coletados foram depositados na Coleção Herpetológica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RU).

Tanto a Ilha da Marambaia quanto a Ilha Grande vêm sendo estudadas por herpetólogos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) (Silva *et al.* 2008) e da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), respectivamente, há mais de uma década, o que nos permite um alto grau de confiança nas listas produzidas. Da mesma forma, a Ilha de São Sebastião e a Ilha Anchieta foram exaustivamente estudadas por pesquisadores de instituições de pesquisa de São Paulo (Sawaya 1999, Cicchi 2007, Centeno, 2008, Cicchi *et al.* 2009). Apesar disso, o tamanho da ilha pode gerar falhas na amostragem da riqueza de espécies, principalmente as mais raras. A Ilha de Jaguanum e a Ilha de Itacuruçá foram amostradas durante o desenvolvimento de projeto Biota Faperj (2005-2007). A lista de espécies que ocorrem no continente foi elaborada a partir de inventários publicados (Carvalho-e-Silva *et al.* 2008) ou através da consulta a museus e coleções científicas. Os *vouchers* dos espécimes estão listados no Apêndice 1.

**Tabela 2.** Fonte dos dados de diversidade de anfíbios insulares incluídas neste estudo. UF: Unidade Federal.

Ilha	Abrev	UF	Fonte	Autor	Ano
Anchieta	ANC	SP	Artigo	Cicchi <i>et al.</i>	2009
São Sebastião	SAO	SP	Dissertação	Sawaya	1999
São Sebastião	SAO	SP	Dissertação	Centeno	2008
Itacuruçá	ITA	RJ	Presente trabalho	Bittencourt-Silva	2011
Itanhangá	ITN	RJ	Presente trabalho	Bittencourt-Silva	2011
Gípóia	GIP	RJ	Presente trabalho	Bittencourt-Silva	2011
Grande	GRD	RJ	Presente trabalho	Bittencourt-Silva	2011
Jaguanum	JAG	RJ	Presente trabalho	Bittencourt-Silva	2011
Marambaia	MAR	RJ	Artigo	Silva <i>et al.</i>	2008

#### *Classificação dos tipos de habitats encontrados nas ilhas*

A fim de se testar a correlação da diversidade de habitats e da área com a riqueza de anuros encontrada nas ilhas estudadas, as paisagens dessas ilhas foram analisadas e classificadas quanto a presença de diferentes habitats. Tal classificação foi estabelecida de acordo com a ocorrência dos habitats usados pelas espécies para reprodução (*e.g.*, Haddad *et al.* 1990, Weygoldt & Carvalho-e-Silva 1992, Haddad & Hödl 1997, Haddad & Pombal 1998, Haddad & Sawaya 2000). Para tal, os modos reprodutivos serviram de chave para identificação dos habitats. Foram utilizados como base os modos reprodutivos propostos

inicialmente por Salthe & Duellman (1973) e modificados por Haddad & Prado (2005). No Apêndice 2 há uma breve descrição dos modos reprodutivos. A Tabela 3 apresenta os três tipos de habitats onde foram identificados, no total, 17 tipos de ambientes reprodutivos. Contudo, os ambientes de restinga são formações relativamente recentes que não faziam parte das ilhas durante o período anterior ao isolamento (Roncarati & Menezes 2005). Dessa forma, apresento também o número de ambientes das ilhas desconsiderando os ambientes reprodutivos de restinga. A relação da distribuição dos ambientes reprodutivos em cada ilha é apresentada na Tabela 4 e a Figura 5 mostra um esquema dos tipos de habitats e ambientes reprodutivos encontrados nas ilhas.

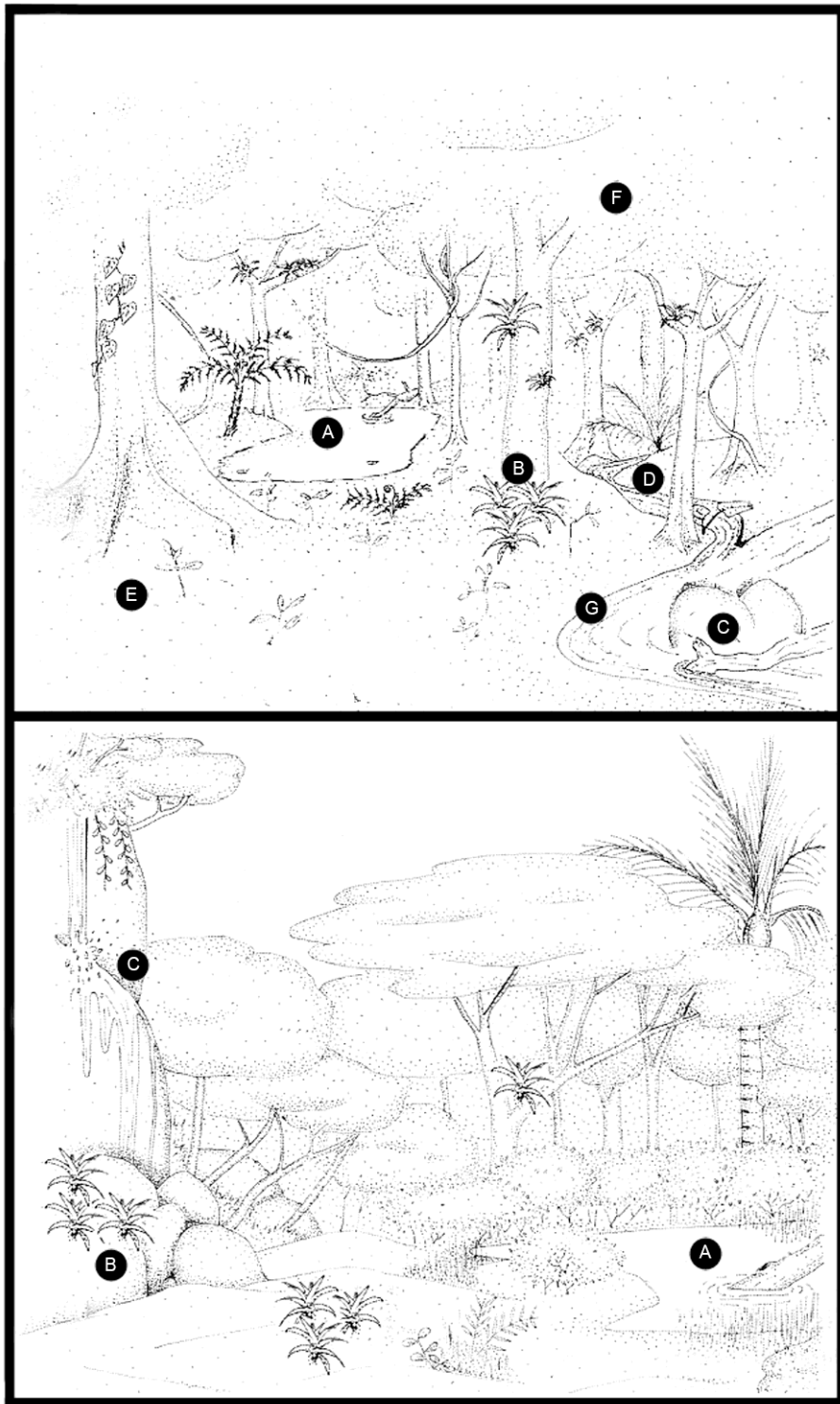
O habitat chamado de Floresta é classificado como Floresta Ombrófila Densa, *i.e.*, um ambiente úmido, de vegetação densa, heterogênea e perene. Nesse habitat foram reconhecidos oito tipos de ambientes reprodutivos, dentre eles estão folhiço, rochas úmidas com filmes d'água, bromélias de chão de mata e epífitas, poças permanentes e poças temporárias formadas após fortes chuvas, rios de segunda ordem, riachos e a própria cobertura vegetal, ou dossel. O segundo tipo de habitat foi denominado Área Aberta, sendo composto por dois tipos de formação: os costões rochosos desprovidos de cobertura vegetal e as áreas planas ou baixadas. Cinco tipos de ambientes reprodutivos foram identificados nesse tipo de habitat. Nos costões encontram-se grandes aglomerados de bromélias, onde também podem existir filmes d'água corrente. Já nas áreas planas formam-se poças temporárias durante períodos de chuva forte, além das poças permanentes em áreas brejosas. Também observaram-se riachos perenes em áreas de baixada. A restinga é o terceiro tipo de habitat, apresentando fisionomia aberta, composto por solo arenoso com vegetação arbustiva e freqüente presença de plantas da família Bromeliaceae (Nunes-Freitas *et al.* 2006). Os ambientes reprodutivos reconhecidos nesse tipo de habitat foram: bromélias encontradas em moitas, poças permanentes (*i.e.*, lagoas ou brejos permanentes), poças temporárias formadas após fortes chuvas e a própria areia que forma o solo e serve de esconderijo para algumas espécies durante o dia.

**Tabela 3.** Lista dos tipos de ambientes utilizados pelos anuros, tanto durante a fase adulta, quanto na fase larvar.

AMBIENTES	ABREV	HABITATS		
		FLORESTA (F)	ÁREA ABERTA (A)	RESTINGA (R)
Bromélia	Bro	1	1	1
Rocha úmida	Roc	1	1	
Folhiço	Fol	1		
Poça Temporária	Pte	1	1	1
Poça Permanente	Ppe	1	1	1
Riacho	Ria	1	1	
Rio	Rio	1	1	
Dossel	Dos	1		
Areia	Are			1
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

**Tabela 4.** Tipos de ambientes reprodutivos presentes em cada uma das ilhas incluídas neste estudo. Total de ambientes reprodutivos com (CR) e sem (SR) os ambientes do habitat Restinga.

AMBIENTES REPRODUTIVOS	SAO	GRD	MAR	ITA	ANC	GIP	JAG	ITN	TOTAL
FBro	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>8</b>
FRoc	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>8</b>
FFol	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>8</b>
FPte	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>8</b>
FPpe	1	1	1	1	1	1			<b>6</b>
FRia	1	1	1	1	1	1	1		<b>7</b>
FRio	1	1	1	1	1				<b>5</b>
FDos	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>8</b>
ABro	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>8</b>
ARoc	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>8</b>
APte	1	1	1	1	1				<b>5</b>
APpe	1	1	1	1	1				<b>5</b>
ARia	1	1	1	1	1				<b>5</b>
RBro		1	1		1				<b>3</b>
RPte		1	1		1				<b>3</b>
RPpe		1	1		1				<b>3</b>
RAre		1	1		1				<b>3</b>
<b>TOTAL CR</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	
<b>TOTAL SR</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	



**Figura 5.** Representação de alguns tipos de ambientes reprodutivos (A-I) encontrados nos habitats Floresta (acima) e Área Aberta e Restinga (abaixo). A: poça de floresta; B: bromélia de floresta; C: rio; D: riacho; E: folhiço; F: dossel; G: poça de área aberta; H: rocha úmida; I: bromélia de área aberta. Adaptado de Pombal Jr & Gordo (2004).

### *Análise dos dados*

A fim de se testar a relação entre a riqueza de espécies e a área das ilhas empregou-se a análise de regressão que mais se ajustou aos dados, de acordo com o resultado gerado pelo ajustamento de curvas. Neste caso a curva que melhor se ajustou foi a da regressão logarítmica, dada pela equação:  $Y' = a * \ln(X) + b$ . As mesmas medidas foram tomadas para a análise entre a riqueza de espécies e o número de habitats (regressão exponencial [ $Y' = a * e^{(bX)}$ ]), entre o número de habitats em relação a área das ilhas (regressão geométrica [ $Y' = a * X^b$ ]), entre a riqueza e as altitudes máximas (regressão linear [ $Y' = a + bX$ ]) e entre a riqueza e as distâncias aproximadas das ilhas para o continente (regressão logarítmica [ $Y' = a + b * \ln(X)$ ]). Todas as análises de regressão que incluíram a variável “ambiente reprodutivo” foram empreendidas duas vezes, com e sem a inclusão desses ambientes presentes em habitats de restinga. As análises de regressão foram realizadas com o auxílio do pacote estatístico BioEstat 5.0 (Ayres *et al.* 2007). Também analisou-se a proporção entre o número de modos reprodutivos por localidade e pelo número de ambientes reprodutivos encontrados nessas localidades. Para isso, o total de 17 ambientes reprodutivos identificados foi transformado em oito categorias gerais: bromélia, dossel, folhiço, poça, riacho/poça, riacho, rio e rocha úmida.

Apesar de todas as ilhas terem sido amostradas, o esforço de coleta não foi padronizado entre as áreas. Em algumas ilhas não puderam ser empregadas armadilhas de queda, aumentando a possibilidade de espécies de folhiço terem sido excluídas das amostras. Além disso, espécies arborícolas podem estar sub-amostradas na maioria das ilhas devido à dificuldade de coleta. Desta forma, visando a minimizar os efeitos da sub-amostragem, decidiu-se aplicar o índice de Sorensen para comparar a similaridade entre os sítios amostrados valorizando a co-ocorrência (Valentin 2000), uma vez que as comunidades insulares estudadas representam sub-amostras de uma comunidade maior separadas por eventos de elevação do nível marinho. Para realização das análises utilizou-se o pacote estatístico Primer 6 (Clarke & Gorley 2006).

Para avaliar a estrutura da composição das comunidades de anuros insulares foi realizada uma análise de aninhamento através do programa NODF (Almeida-Neto *et al.* 2008). Uma comunidade é dita aninhada quando há uma ordenação na composição das espécies encontradas, *i.e.*, quando os sítios com as biotas mais depauperadas formam sub-conjuntos perfeitos de sítios com biotas mais ricas, agrupados de forma sequencial (Darlington 1957, Patterson 1984, Patterson & Atmar 1986). Existe uma gama de fatores capazes de gerar padrões aninhados em comunidades, como por exemplo as variações na área,

grau de isolamento, quantidade e qualidade dos habitats de cada ilha (Atmar & Paterson 1993, Cutler 1991, 1994, Lomolino 1996, Wright *et al.* 1998, Hylander *et al.* 2005). A métrica aplicada no programa calcula o aninhamento entre os pares de linhas e colunas de forma independente, o que torna possível a avaliação do aninhamento entre os sítios (*i.e.*, composição de espécies) e entre as espécies (*i.e.*, incidência/ocupação de espécies).

Para realizar essas análises foram produzidas matrizes binárias a partir de dados de ausência (0) e presença (1), em que as linhas representam espécies e as colunas representam as ilhas (ver Apêndice 3). Considerando que a área das ilhas e o número de habitats reprodutivos afetam a riqueza e diversidade de espécies (Schoener & Schoener 1983; Patterson 1984), as matrizes foram ordenadas de acordo com três critérios: (i) riqueza de espécies, (ii) área e, (iii) número de modos reprodutivos (representando a diversidade de ambientes reprodutivos). Foram usados os seguintes modelos nulos: EE = equiprovável-equiprovável e FE = linha fixa-coluna equiprovável, uma vez que o objetivo das análises é avaliar a composição da riqueza de espécies por ilha.

#### *Considerações taxonômicas*

Em quase todas as ilhas existe pelo menos uma espécie endêmica ou relictual, *i.e.*, que apresenta distribuição restrita à ilha devido a especiação pós-isolamento ou, no caso das relictuais, são remanescentes de uma população antes amplamente distribuída que hoje encontra-se fragmentada devido algum evento vicariante do passado (*e.g.*, *Stereocyclops parkeri*). Algumas dessas espécies ainda não foram descritas e permanecem apenas com o nome do grupo. Cicchi *et al.* (2009) identificaram pelo menos duas formas distintas ainda não descritas de *Leptodactylus* do grupo *L. marmoratus* na Ilha Anchieta. As espécies de *Ischnocnema* do grupo *I. lactea* coletadas na Ilha de São Sebastião ainda não foram descritas, permanecendo como *Ischnocnema* sp. 1 e 2 (Centeno 2008). A espécie *Scinax* aff. *catharinae* é provavelmente uma espécie nova, porém ainda está sendo investigada através de análises moleculares (Centeno 2008). A espécie de *Flectonotus* encontrada na Ilha Grande não pôde ser identificada pois foi coletado apenas um único indivíduo em estado juvenil. Novas espécies do grupo *Scinax perpusillus* foram reconhecidas para as ilhas costeiras incluídas nesse estudo, a maior parte delas em processo de descrição (Silva & Alves-Silva 2008).

## RESULTADOS

### *Riqueza de espécies*

A Tabela 5 apresenta os dados de área, riqueza de espécies, números de espécies endêmicas e número de modos reprodutivos observados para cada uma das ilhas estudadas. A riqueza acumulada das ilhas é de 67 espécies, sendo que as ilhas do litoral paulista contêm 38 espécies e as ilhas do litoral do fluminense contêm 48 espécies. No continente, que aqui é representado por listas de espécies de Ubatuba e São Sebastião, no Estado de São Paulo, e por diversas localidades do Município do Rio de Janeiro, foram registradas, respectivamente, 74 e 90 espécies (Tabela 6). Essas espécies estão distribuídas em 14 famílias, sendo três delas exclusivas das localidades continentais (Tabela 7). As famílias de anuros com espécies que ocorreram em todas as ilhas foram Cycloramphidae e Leptodactylidae, enquanto Hylidae foi a família que apresentou o maior número de espécies por ilha em cada uma das ilhas amostradas. No continente, a família de anuros mais frequente foi Hylidae, representando 45% e 50% das espécies encontradas nas localidades de São Paulo e Rio de Janeiro, respectivamente. A Tabela 8 traz a relação dos 39 gêneros registrados.

**Tabela 5.** Relação das ilhas estudadas com suas respectivas áreas (km<sup>2</sup>), número de espécies de anfíbios anuros, E: número de espécies endêmicas (ver considerações taxonômicas); MR: número de modos reprodutivos. As ilhas destacadas em tom de cinza são aquelas de São Paulo, as demais são do Rio de Janeiro.

Ilhas	Área (km <sup>2</sup> )	Nº Espécies	E	MR
São Sebastião	348,30	35	3	14
Grande	193,00	31	3	14
Marambaia	42,00	26	2	13
Itacuruçá	9,94	13	1	8
Anchieta	8,26	17	-	9
Gipóia	6,03	7	-	6
Jaguanum	2,52	4	-	3
Itanhangá	0,31	5	1	5

**Tabela 6.** Lista das espécies de anfíbios anuros encontradas nas localidades incluídas nesse estudo e os respectivos modos reprodutivos, segundo a classificação proposta por Haddad & Prado (2005). As espécies em negrito são exclusivas das localidades continentais. (\* Espécie registrada para o Estado de São Paulo, porém não registrada para as localidades continentais incluídas nesse estudo).

ESPÉCIE	MR	CONTINENTE	ILHAS								
			SAO	GRD	MAR	ITA	ANC	GIP	JAG	ITN	
<i>Allobates olfersioides</i>	M 20	1									
<i>Brachycephalus didactylus</i>	M 23	1		1							
<b><i>Brachycephalus ephippium</i></b>	M 23	1									
<b><i>Brachycephalus hermogenesi</i></b>	M 23	1									
<i>Brachycephalus nodoterga</i>	M 23	*	1								
<b><i>Brachycephalus vertebralis</i></b>	M 23	1									
<i>Ischnocnema bolbodactyla</i>	M 23	1						1			
<i>Ischnocnema cf. erythromera</i>	M 23		1								
<i>Ischnocnema guentheri</i>	M 23	1	1	1							
<b><i>Ischnocnema nasuta</i></b>	M 27	1									
<i>Ischnocnema octavioi</i>	M 23	1		1							
<i>Ischnocnema parva</i>	M 23	1	1	1				1			
<i>Ischnocnema sp.1 (gr. lactea)</i>	M 23		1								
<i>Ischnocnema sp.2 (gr. lactea)</i>	M 23		1								
<i>Dendrophryniscus brevipollicatus</i>	M 8	1	1	1	1			1			1
<b><i>Dendrophryniscus leucomystax</i></b>	M 1	1									
<b><i>Rhinella cf. margaritifera</i></b>	M 1	1									
<i>Rhinella icterica</i>	M 1	1					1				
<i>Rhinella ornata</i>	M 1	1	1	1	1		1	1			
<i>Rhinella pygmaea</i>	M 1				1						
<i>Vitreorana eurygnatha</i>	M 25	1		1	1						
<i>Vitreorana uranoscopa</i>	M 25	1			1						
<b><i>Ceratophrys aurita</i></b>	M 1	1									
<i>Haddadus binotatus</i>	M 23	1	1	1	1	1	1	1		1	
<b><i>Cycloramphus aff. eleutherodactylus</i></b>	M 19	1									
<i>Cycloramphus boraceiensis</i>	M 19	1	1	1							
<b><i>Cycloramphus dubius</i></b>	M 19	1									
<i>Cycloramphus eleutherodactylus</i>	M 19	1	1								
<b><i>Cycloramphus fuliginosus</i></b>	M 19	1									
<b><i>Cycloramphus granulatus</i></b>	M 19	1									
<b><i>Macrogenioglottus alipioi</i></b>	M 1	1									
<b><i>Proceratophrys appendiculata</i></b>	M 2	1									
<i>Proceratophrys boiei</i>	M 1	1	1								
<i>Proceratophrys tupinamba</i>	M 2			1							
<b><i>Thoropa lutzi</i></b>	M 19	1									
<i>Thoropa miliaris</i>	M 19	1		1	1	1		1	1	1	
<i>Thoropa taophora</i>	M 19	1	1					1			
<i>Zachaenus parvulus</i>	M 21	1		1							
<i>Flectonotus fissilis</i>	M 36	1	1					1			
<i>Flectonotus goeldii</i>	M 36	1						1			
<b><i>Flectonotus ohausi</i></b>	M 36	1									
<i>Flectonotus sp. (I.Grd)</i>	M 36			1							
<b><i>Gastrotheca albolineata</i></b>	M 37	1									
<i>Gastrotheca sp.</i>	M 37		1								
<i>Aparasphenodon brunoi</i>	M 1	1			1						
<b><i>Aplastodiscus albofrenatus</i></b>	M 5	1									
<b><i>Aplastodiscus albosignatus</i></b>	M 5	1									



ESPÉCIE	MR	CONTINENTE	ILHAS							
			SAO	GRD	MAR	ITA	ANC	GIP	JAG	ITN
<i>Aplastodiscus arildae</i>	M 5	1								
<i>Aplastodiscus ehrhardti</i>	M 5	1								
<i>Aplastodiscus eugenioi</i>	M 2	1	1	1	1	1				
<i>Bokermannohyla circumdata</i>	M 4	1		1						
<i>Bokermannohyla hylax</i>	M 4	1	1							
<i>Crossodactylus gaudichaudii</i>	M 3	1		1	1					
<i>Dendropsophus aff. oliveirai</i>	M 1	1			1					
<b><i>Dendropsophus anceps</i></b>	M 1	1								
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>	M 24	1	1							
<b><i>Dendropsophus bipunctatus</i></b>	M 1	1								
<i>Dendropsophus decipiens</i>	M 24	1			1					
<b><i>Dendropsophus elegans</i></b>	M 24	1								
<b><i>Dendropsophus giesleri</i></b>	M 1	1								
<b><i>Dendropsophus microps</i></b>	M 1	1								
<b><i>Dendropsophus minutus</i></b>	M 1	1								
<b><i>Dendropsophus seniculus</i></b>	M 1	1								
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	M 1	1	1	1	1	1	1	1		1
<i>Hypsiboas faber</i>	M 4	1	1	1		1				
<b><i>Hypsiboas semilineatus</i></b>	M 2	1								
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>	M 1	1		1						
<i>Phasmahyla cruzi</i>	M 25	1	1	1						
<b><i>Phasmahyla guttata</i></b>	M 25	1								
<b><i>Phrynomedusa marginata</i></b>	M 25	1								
<b><i>Phyllomedusa burmeisteri</i></b>	M 24	1								
<b><i>Phyllomedusa rohdei</i></b>	M 24	1								
<i>Scinax aff. catharinae</i>	M 2		1							
<b><i>Scinax albicans</i></b>	M 2	1								
<i>Scinax alter</i>	M 1	1			1					
<b><i>Scinax angrensis</i></b>	M 1	1								
<i>Scinax argyreornatus</i>	M 1	1	1							
<i>Scinax cuspidatus</i>	M 1	1			1					
<b><i>Scinax eurydice</i></b>	M 1	1								
<b><i>Scinax fuscomarginatus</i></b>	M 1	1								
<i>Scinax fuscovarius</i>	M 1	1	1	1						
<i>Scinax gr. perpusillus Gra</i>	M 6			1						
<i>Scinax gr. perpusillus ISseb</i>	M 6		1							
<i>Scinax gr. perpusillus Ita</i>	M 6					1				
<i>Scinax gr. perpusillus Itn</i>	M 6									1
<i>Scinax gr. perpusillus Mar</i>	M 6				1					
<b><i>Scinax gr. perpusillus Par</i></b>	M 6	1								
<b><i>Scinax gr. perpusillus Sseb</i></b>	M 6	1								
<i>Scinax gr. perpusillus UbaAnc</i>	M 6	1					1			
<i>Scinax hayii</i>	M 1	1	1	1			1	1		
<b><i>Scinax hiemalis</i></b>	M 2	1								
<b><i>Scinax humilis</i></b>	M 1	1								
<b><i>Scinax perereca</i></b>	M 1	1								
<b><i>Scinax perpusillus</i></b>	M 6	1								
<b><i>Scinax rizibilis</i></b>	M 11	1								
<b><i>Scinax similis</i></b>	M 1	1								
<i>Scinax trapicheiroi</i>	M 2	1		1	1	1				
<i>Scinax tupinamba</i>	M 6	1						1		
<i>Scinax x-signatus</i>	M 1	1			1					
<b><i>Sphaenorhynchus planicola</i></b>	M 1	1								

ESPÉCIE	MR	CONTINENTE	ILHAS							
			SAO	GRD	MAR	ITA	ANC	GIP	JAG	ITN
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	M 1	1	1						1	
<b><i>Trachycephalus nigromaculatus</i></b>	M 1	1								
<i>Xenohyla truncata</i>	M 1	1			1					
<i>Hylodes asper</i>	M 3	1	1	1			1			
<i>Hylodes fredii</i>	M 3	1		1						
<b><i>Hylodes glaber</i></b>	M 3	1								
<b><i>Hylodes nasus</i></b>	M 3	1								
<i>Hylodes phyllodes</i>	M 3	1	1		1		1			
<b><i>Megaelosia goeldii</i></b>	M 3	1								
<b><i>Physalaemus angrensis</i></b>	M 11	1								
<b><i>Physalaemus atlanticus</i></b>	M 11	1								
<b><i>Physalaemus bokermanni</i></b>	M 11	1								
<b><i>Physalaemus littoralis</i></b>	M 11	1								
<b><i>Physalaemus maculiventris</i></b>	M 11	1								
<i>Physalaemus moreirae</i>	M 11	1	1							
<b><i>Physalaemus olfersii</i></b>	M 11	1								
<i>Physalaemus signifer</i>	M 28	1		1	1					
<b><i>Physalaemus spiniger</i></b>	M 14	1								
<b><i>Leptodactylus bokermanni</i></b>	M 1	1								
<b><i>Leptodactylus fuscus</i></b>	M 30	1								
<i>Leptodactylus latrans</i>	M 11	1	1	1	1	1	1	1		
<i>Leptodactylus marambaiae</i>	M 30	1			1					
<i>Leptodactylus marmoratus</i>	M 32	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b><i>Leptodactylus spixi</i></b>	M 30	1								
<b><i>Arcovomer passarellii</i></b>	M 1	1								
<b><i>Chiasmocleis atlantica</i></b>	M 1	1								
<i>Chiasmocleis carvalhoi</i>	M 1	1	1	1	1	1	1			
<b><i>Chiasmocleis leucosticta</i></b>	M 10	1								
<b><i>Elachistocleis cesarii</i></b>	M 1	1								
<b><i>Elachistocleis ovalis</i></b>	M 1	1								
<i>Myersiella microps</i>	M 23	1	1	1	1	1	1		1	
<i>Stereocyclops parkeri</i>	M 1	1	1							
<b><i>Euparkerella brasiliensis</i></b>	M 23	1								
<b>TOTAL</b>		<b>117</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Os únicos gêneros com espécies encontradas em todas as ilhas foram *Leptodactylus* (*L. marmoratus*) e *Thoropa* (*T. miliaris* e *T. taophora*), enquanto espécies dos gêneros *Scinax* e *Hypsiboas* só não foram encontradas na Ilha de Jaguanum (Tabela 8). Já espécies dos gêneros *Allobates* (*A. olfersioides*), *Arcovomer* (*A. passarelli*), *Ceratophrys* (*C. aurita*), *Elachistocleis* (*E. cesarii* e *E. ovalis*), *Euparkerella* (*E. brasiliensis*), *Macrogenioglottus* (*M. alipioi*), *Megaelosia* (*M. goeldii*), *Phrynomedusa* (*P. marginata*), *Phyllomedusa* (*P. burmeisteri* e *P. rohdei*) e *Sphaenorhynchus* (*S. planicola*) somente foram encontradas em localidades no continente. As espécies de alguns gêneros, além do continente, ocorreram em apenas uma ilha, como é o caso de *Aparasphenodon* e *Xenohyla* que só foram observados na

Ilha da Marambaia. Do mesmo modo, *Itapotihyla* e *Zachaenus* só foram observados na Ilha Grande, enquanto *Bokermannohyla*, *Gastrotheca* e *Stereocyclops* ocorrem apenas na Ilha de São Sebastião. Nas localidades amostradas no continente, o gênero *Scinax* foi o mais rico, com 21 espécies, seguido por *Dendropsophus*, com 11. Nas ilhas, o número de espécies destes gêneros é reduzido, sendo 15 *Scinax* e três *Dendropsophus*. A Ilha da Gipóia e a Ilha de Itanhangá são as únicas onde não se tem registro de *Haddadus binotatus* e *Myersiella microps* e, excetuando-se a Ilha de Jaguanum, pode-se dizer que as espécies do grupo *Scinax perpusillus* estão presentes em todas as ilhas.

**Tabela 7.** Lista das famílias de anuros encontradas nas localidades amostradas. Freq: frequência de ocorrência de cada família; Total de espécies e famílias por localidade. As famílias em negrito foram encontradas exclusivamente nas localidades do continente.

FAMÍLIA	CON	ILHAS								FREQ
		SAO	GRD	MAR	ANC	ITA	GIP	ITN	JAG	
Leptodactylidae	5	2	2	3	2	2	2	1	1	<b>9</b>
Cycloramphidae	13	4	4	1	1	1	1	1	1	<b>9</b>
Hylidae	52	12	11	12	3	5	4	2		<b>8</b>
Microhylidae	8	3	2	2	2	2			1	<b>7</b>
Bufonidae	5	2	2	3	2	2		1		<b>7</b>
Craugastoridae	1	1	1	1	1	1			1	<b>7</b>
Hylodidae	5	2	2	1	2					<b>5</b>
Brachycephalidae	10	6	4		2					<b>4</b>
Hemiphractidae	4	2	1		2					<b>4</b>
Leiuperidae	9	1	1	1						<b>4</b>
Centrolenidae	2		1	2						<b>3</b>
<b>Aromobatidae</b>	1									<b>1</b>
<b>Ceratophyidae</b>	1									<b>1</b>
<b>Strabomantidae</b>	1									<b>1</b>
<b>TOTAL SPP.</b>	<b>117</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	
<b>TOTAL FAM.</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

**Tabela 8.** Lista dos gêneros de anuros encontrados nas localidades estudadas. Freq: frequência de ocorrência de cada gênero por localidade; Total de espécies e gêneros por localidade. Os gêneros em negrito foram encontrados exclusivamente nas localidades do continente.

GÊNERO	CON	ILHAS								FREQ
		SAO	GRD	MAR	ANC	ITA	GIP	ITN	JAG	
<i>Leptodactylus</i>	5	2	2	3	2	2	2	1	1	<b>9</b>
<i>Thoropa</i>	3	1	1	1	1	1	1	1	1	<b>9</b>
<i>Scinax</i>	21	5	4	5	2	2	2	1		<b>8</b>
<i>Hypsiboas</i>	3	2	2	1	1	2	1	1		<b>8</b>
<i>Rhinella</i>	3	1	1	2	1	2				<b>6</b>
<i>Haddadus</i>	1	1	1	1	1	1			1	<b>7</b>
<i>Myersiella</i>	1	1	1	1	1	1			1	<b>7</b>
<i>Aplastodiscus</i>	5	1	2	1		1				<b>5</b>
<i>Chiasmocleis</i>	3	1	1	1	1	1				<b>6</b>
<i>Dendrophryniscus</i>	1	1	1	1	1			1		<b>6</b>
<i>Hylodes</i>	4	2	2	1	2					<b>5</b>
<i>Ischnocnema</i>	5	5	3		2					<b>4</b>
<i>Flectonotus</i>	3	1	1		2					<b>4</b>
<i>Physalaemus</i>	9	1	1	1						<b>4</b>
<i>Dendropsophus</i>	11	1		2						<b>3</b>
<i>Cycloramphus</i>	6	2	1							<b>3</b>
<i>Vitreorana</i>	2		1	2						<b>3</b>
<i>Brachycephalus</i>	4	1	1							<b>3</b>
<i>Trachycephalus</i>	2	1					1			<b>3</b>
<i>Phasmahyla</i>	2	1	1							<b>3</b>
<i>Proceratophrys</i>	2	1	1							<b>3</b>
<i>Crossodactylus</i>	1		1	1						<b>3</b>
<i>Bokermannohyla</i>	2	1								<b>2</b>
<i>Aparasphenodon</i>	1			1						<b>2</b>
<i>Gastrotheca</i>	1	1								<b>2</b>
<i>Stereocyclops</i>	1	1								<b>2</b>
<i>Xenohyla</i>	1			1						<b>2</b>
<i>Itapotihyla</i>	1		1							<b>2</b>
<i>Zachaenus</i>	1		1							<b>2</b>
<i>Elachistocleis</i>	2									<b>1</b>
<i>Euparkerella</i>	1									<b>1</b>
<i>Phyllomedusa</i>	2									<b>1</b>
<i>Allobates</i>	1									<b>1</b>
<i>Arcovomer</i>	1									<b>1</b>
<i>Ceratophrys</i>	1									<b>1</b>
<i>Macrogenioglottus</i>	1									<b>1</b>
<i>Megaelosia</i>	1									<b>1</b>
<i>Phrynomedusa</i>	1									<b>1</b>
<i>Sphaenorhynchus</i>	1									<b>1</b>
<b>TOTAL SPP.</b>	<b>117</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	
<b>TOTAL GEN.</b>	<b>39</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	

### *Relação espécie-área*

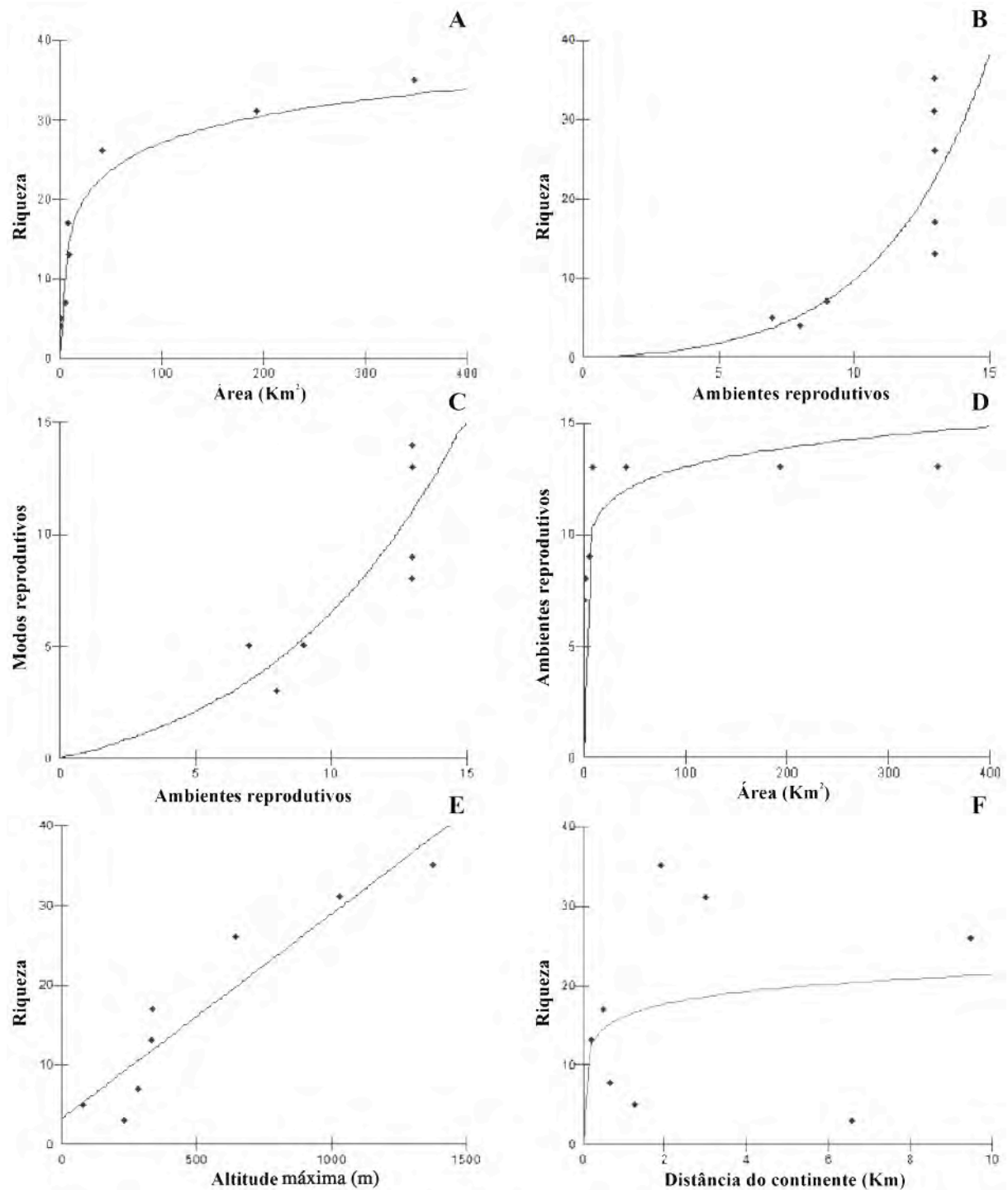
A Figura 6A mostra que a correlação entre riqueza de espécies e a área das ilhas foi significativa, sugerindo um acréscimo na riqueza em função do aumento da área ( $R^2 = 0,8738$ ;  $p < 0,001$ ;  $[y = 49,341 + 44,123 * \ln(x)]$ ). A diversidade de ambientes reprodutivos e a riqueza de espécies também foram positivamente correlacionadas ( $R^2 = 0,8330$ ;  $p < 0,005$ ;  $[y = 0.514e^{0.2911x}]$ ; Fig. 6B), assim como a diversidade de ambientes reprodutivos e o número de modos reprodutivos das espécies presentes nas ilhas ( $R^2 = 0,7666$ ;  $p < 0,005$ ;  $[y = 0.9543e^{0.1889x}]$ ; Fig. 6C). Nota-se, no entanto, que as variáveis área das ilhas e ambientes reprodutivos são diretamente correlacionadas ( $R^2 = 0,6444$ ;  $p < 0,01$ ;  $[y = 8.4858x^{0.0932}]$ ; Fig. 6D), da mesma forma que a altitude máxima e a riqueza de espécies ( $R^2 = 0,8761$ ;  $p < 0,001$ ;  $[y = 3,2653 + 0,00256(x)]$ ; Fig. 6E), evidenciando o mesmo padrão de incremento de riqueza. Contudo, a única variável não significativamente correlacionada com a riqueza é a distância entre as ilhas e o continente ( $R^2 = 0,0583$ ;  $p < 0,5645$ ;  $[y = 16,1385 + 2,2665 * \ln(x)]$ ; Fig. 6F).

### *Análise de aninhamento (NODF)*

A análise da estruturação da composição de espécies de anuros das ilhas mostrou que a mesma é significativamente aninhada quando ordenada de acordo com a riqueza de espécies (NODF = 67,99;  $p < 0,001$ ; para ambos os modelos nulos). Quando a matriz foi ordenada de acordo com a área das ilhas também observou-se um forte padrão aninhado na composição de espécies (NODF = 64,28;  $p < 0,001$ ; para ambos os modelos nulos), assim como observado quando a matriz foi ordenada de acordo com o número de modos reprodutivos (NODF = 67,99;  $p < 0,001$ , para ambos os modelos nulos), que apresentou o mesmo resultado em relação a matriz de riqueza, pois ambas foram ordenadas da mesma forma. Esses resultados corroboram os obtidos através das análises de regressão, indicando que a riqueza de espécies varia em função da área. Porém, mais que isso, mostram que a composição das comunidades é ordenada segundo um padrão geral claro, determinado pela diversidade de ambientes reprodutivos disponíveis nas localidades amostradas.

### *Similaridade entre as ilhas*

A Figura 7 apresenta o dendrograma feito a partir da análise de similaridade de espécies entre as localidades estudadas, no qual foi possível identificar três grupos: (i) Ilha de São Sebastião e Ilha Anchieta, as únicas ilhas do Estado de São Paulo (ii) Ilha Grande, Ilha da Marambaia e Ilha de Itacuruçá, reunindo as maiores ilhas do Rio de Janeiro; e (iii) Ilha de Jaguanum, Ilha

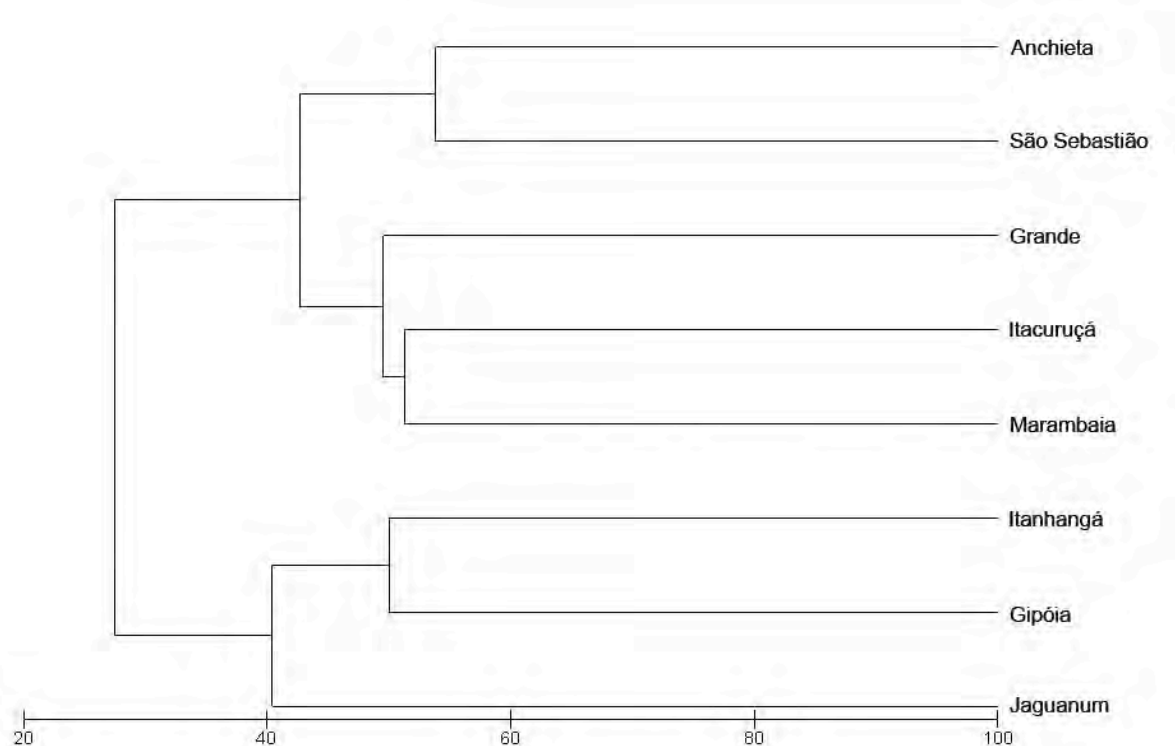


**Figura 6.** Resultados das análises de melhor ajuste para a regressão entre as variáveis observadas nas ilhas estudadas. (A) Relação entre a área (Km<sup>2</sup>) e a riqueza de espécies; (B) Relação entre o número de ambientes reprodutivos e a riqueza de espécies; (C) Relação entre o número de ambientes reprodutivos e o número de modos reprodutivos; (D) Relação entre a área (Km<sup>2</sup>) e o número de ambientes reprodutivos; (E) Relação entre a altitude máxima e da riqueza de espécies; (F) Relação entre a distância das ilhas em relação ao continente e a riqueza de espécies.

da Gipóia e Ilha de Itanhangá, agrupando as ilhas menores e menos diversificadas em relação ao número de ambientes reprodutivos. Entretanto, a maior similaridade em relação a composição de espécies foi observada entre a Ilha de São Sebastião e Ilha Anchieta (Tabela 9), que compartilham 14 espécies.

**Tabela 9.** Valores referentes ao índice de Similaridade de Sorensen calculado em relação às espécies compartilhadas nas ilhas estudadas.

	SAO	GRD	MAR	ITA	ANC	GIP	JAG	ITN
SAO	-	-	-	-	-	-	-	-
GRD	51,52	-	-	-	-	-	-	-
MAR	32,79	49,12	-	-	-	-	-	-
ITA	37,50	50,00	51,28	-	-	-	-	-
ANC	<b>53,85</b>	45,83	41,86	46,67	-	-	-	-
GIP	23,81	26,32	24,24	40,00	33,33	-	-	-
JAG	15,38	22,86	26,67	47,06	28,57	36,36	-	-
ITN	15,00	22,22	25,81	33,33	27,27	50,00	44,44	-

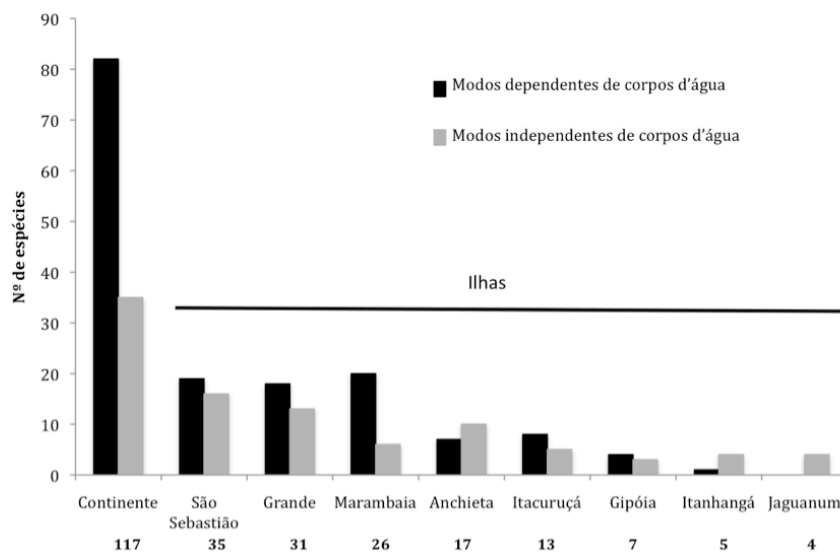


**Figura 7.** Dendrograma a partir do índice de Similaridade de Sorensen (%) para as ilhas estudadas (método de ligação UPGMA).

### *Diversidade de Modos Reprodutivos*

Dos 27 modos reprodutivos descritos para a Floresta Atlântica, 22 foram registrados para as áreas amostradas, sendo 17 deles observados nas ilhas e apenas cinco foram exclusivos das localidades continentais (Tabela 10). Os modos reprodutivos mais comuns entre as ilhas foram M19 e M32, que agrupam espécies com reprodução independente de ambientes aquáticos, tais como poças e riachos. O modo M1 foi o mais frequente em relação ao número de espécies por ilha, seguido pelo modo M23. A Ilha de Jaguanum é a única para a qual não se tem registro dos modos M1 e M6, referentes aos habitats poça e bromélia, respectivamente.

Em relação à dependência de ambientes aquáticos para a reprodução, observou-se que nas ilhas pequenas a maioria das espécies não depende desse tipo de ambiente. Na Ilha de Jaguanum e Ilha de Itanhangá, as menores localidades amostradas, respectivamente 100% e 80% dos modos reprodutivos observados independem da presença de corpos d'água (Fig. 8). Já na Ilha da Marambaia, o número de espécies com modos reprodutivos vinculados a corpos d'água foi de 77%. A Figura 9 mostra o número de espécies por ambiente reprodutivo em cada localidade. Vale notar que os ambientes reprodutivos não estão distribuídos homogeneamente pelas localidades, como é o caso dos rios que, além do continente são encontrados apenas na Ilha de São Sebastião e Ilha Grande. Adicionalmente, a presença de poça não foi verificada na Ilha de Jaguanum, assim como a de riacho na Ilha de Itanhangá.

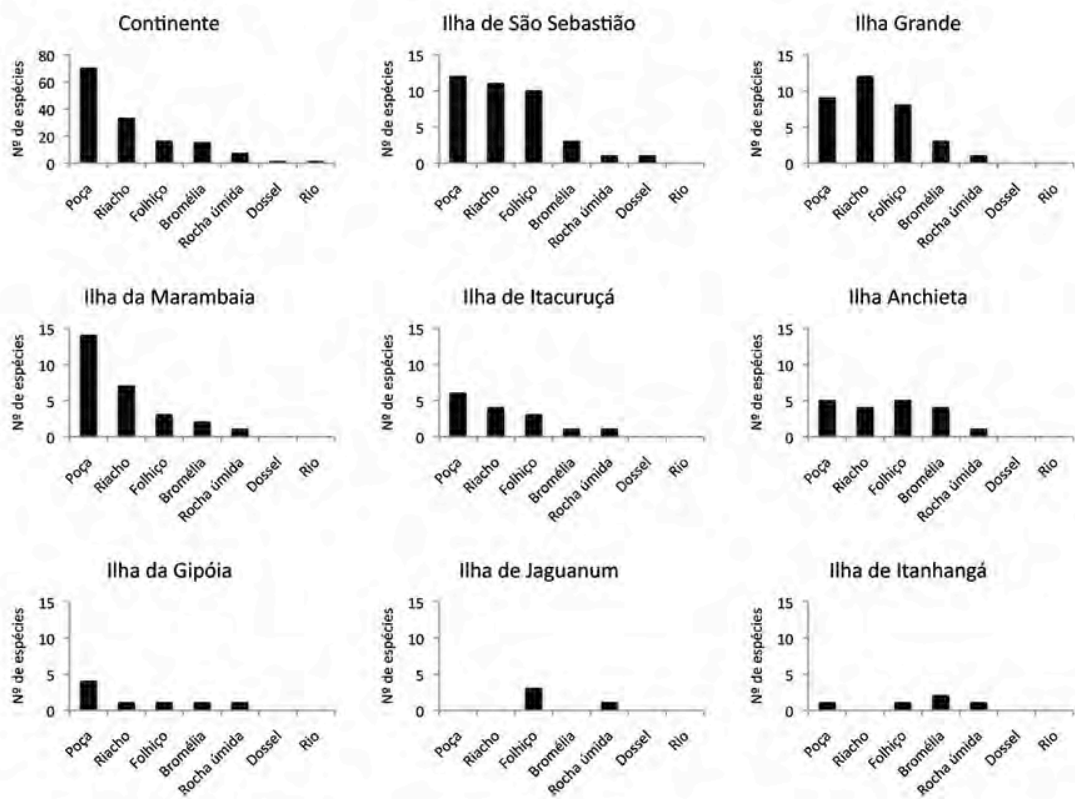


**Figura 8.** Número espécies por sítio em relação a dependência dos ambientes aquáticos para a reprodução. Os números abaixo dos sítios representam suas respectivas riquezas de espécies.



**Tabela 10.** Número de espécies por modo reprodutivo em cada sítio. MR: modo reprodutivo; Freq: número de sítios em que cada modo reprodutivo ocorreu; Total de espécies e de modos por sítio. CON: continente; SAO: Ilha de São Sebastião; GRD: Ilha Grande; MAR: Ilha da Marambaia; ANC: Ilha Anchieta; ITA: Ilha de Itacuruçá; GIP: Ilha da Gipóia; ITN: Ilha de Itanhangá; JAG: Ilha de Jaguanum.

MR	CON	ILHAS								FREQ
		SAO	GRD	MAR	ANC	ITA	GIP	ITN	JAG	
M 19	9	3	2	1	1	1	1	1	1	9
M 32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
M 1	39	9	6	10	4	4	3	1		8
M 6	5	1	1	1	1	1	1	1		8
M 23	12	8	6	2	4	2			2	7
M 11	9	2	1	1	1	1	1			7
M 8	1	1	1	1	1			1		6
M 2	6	2	3	2		2				5
M 3	6	2	3	2	2					5
M 25	5	1	2	2						4
M 4	3	2	2			1				4
M 36	3	1	1		2					4
M 24	5	1		1						3
M 28	1		1	1						3
M 21	1		1							2
M 30	2			1						2
M 37	1	1								2
M 10	1									1
M 14	1									1
M 20	1									1
M 27	1									1
M 5	4									1
<b>TOTAL SPP.</b>	<b>117</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	
<b>TOTAL MR</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	



**Figura 9.** Número de espécies encontradas por ambiente reprodutivo nas localidades estudadas.

## DISCUSSÃO

### *Riqueza: Continente x Ilhas*

Quando a riqueza de espécies das áreas continentais é comparada àquela encontrada nas ilhas, nota-se uma redução significativa no número de espécies das comunidades insulares. Essa redução é evidente, por exemplo, quando se compara a lista de anuros da Estação Biológica de Boracéia (Heyer et al. 1990; Bertoluci 1997) e a lista do Município do Rio de Janeiro (Izecksohn & Carvalho-e-Silva 2001) – ambas com 68 espécies – com as listas de espécies das duas maiores ilhas amostradas (Ilha de São Sebastião, com 35 espécies e Ilha Grande, com 31 espécies). Quando a riqueza das ilhas continentais do arquipélago de Zhoushan, na China, foi comparada à riqueza de espécies em fragmentos continentais de tamanho aproximado, observou-se uma redução do número de espécies nas ilhas, entretanto o aumento da riqueza em função da área é mais rápido nas ilhas do que no continente (Yiming et al. 1998). No arquipélago chinês, as ilhas consideradas grandes (maiores que 100 Km<sup>2</sup>) apresentaram riquezas iguais ou semelhantes a fragmentos de tamanho comparável no continente, sugerindo que a extinção exerça um papel importante no controle da diversidade das ilhas, especialmente nas pequenas.

Os resultados das comparações de riqueza das ilhas com o continente no presente estudo devem ser vistos com cautela. Existem poucos inventários da anurofauna publicados de áreas continentais de tamanhos compatíveis aos das ilhas estudadas. Além disso, os dois inventários aqui utilizados para comparações (Carvalho-e-Silva et al. 2008, Heyer et al. 1990) são frutos de estudos de longa duração, que apresentam não só dados de coleta direta de espécimes pelos autores, como também dados retirados da literatura de coletas esporádicas feitas há muito tempo. Por exemplo, o trabalho de Boracéia é fruto de amostragens de 25 anos. Mesmo assim, espécimes de algumas espécies que foram coletadas até 25 anos antes disso (1950) não foram amostrados pelos autores no período dos inventários. Além disso, no caso do Rio de Janeiro, a área amostrada é significativamente maior do que a das maiores ilhas estudadas. Entretanto, no caso de comparações com a Boracéia, que tem área de 165 Km<sup>2</sup> e é menor que a Ilha Grande (segunda maior ilha deste estudo), é evidente que uma área significativamente menor no continente, abriga um número significativamente maior de espécies.

Quando a composição de anuros das ilhas continentais dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo é avaliada com relação à presença de espécies de determinadas famílias, nota-se que algumas delas com representantes no continente não estão representadas nas ilhas. Das 14

famílias com representantes na região estudada, três delas foram registradas apenas no continente, cada uma delas com apenas uma espécie. *Allobates olfersioides* (Aromobatidae) é uma espécie diminuta que vive no chão de mata e apresenta ampla distribuição pela costa brasileira, sendo encontrada desde o Estado de Alagoas até o Rio de Janeiro (Verdade & Rodrigues 2007). Sua localidade tipo é Angra dos Reis (RJ). Aparentemente essa espécie, que não é comum em coleções científicas, pode ocorrer nas ilhas, porém ainda não foi encontrada e mais esforços devem ser empregados na busca de espécies de folhiço. Já *Ceratophrys aurita* (Ceratophryidae), embora tenha distribuição ampla, apresenta amostras de umas poucas localidades ao longo da Floresta Atlântica (ver Lynch 1982, Fig 9 p 174). Esta espécie pode não existir, mesmo nas ilhas maiores, ou ainda não ter sido encontrada já que mesmo no continente seu encontro é raro. No caso de *Euparkerella brasiliensis* (Strabomantidae), que é endêmica do Estado do Rio de Janeiro (Rocha *et al.* 2004), sua distribuição não inclui a região estudada (Carvalho-e-Silva & Carvalho-e-Silva 2004). Esta espécie pode nunca ter ocorrido na área de estudo.

Além dos três gêneros citados acima (*Allobates*, *Ceratophrys* e *Euparkerella*), outros sete também foram exclusivos nas localidades continentais, somando um total de 67 espécies que não ocorreram em nenhuma das ilhas estudadas. Dentre esses, dois gêneros têm duas espécies cada (*Elachistocleis* e *Phyllomedusa*), enquanto o resto é representado por uma única espécie cada. Do total de espécies que ocorreram com exclusividade nas localidades do continente (Tabela 6), 82% apresentam modos reprodutivos dependentes de ambientes aquáticos, sendo 37 de poça, 13 de riacho e cinco de rio, enquanto o restante (12%, 11 espécies) independem de corpos d'água para a reprodução. Em relação às espécies com modos reprodutivos independentes de corpos d'água, trata-se de: (i) uma espécie carrega os ovos nas costas e vive no dossel de florestas (*Gastrotheca albolineata*), (ii) cinco espécies que se reproduzem em bromélias (sendo quatro do grupo *Scinax perpusillus* e *Flectonotus ohausi*), (iii) uma espécie que deposita ovos sob rocha com filetes d'água (*Thoropa lutzi*) e (iv) cinco espécies que depositam os ovos no folhiço e têm desenvolvimento direto (três *Brachycephalus*, *Ischnocnema nasuta* e *Euparkerella brasiliensis*). Das cinco espécies do gênero *Brachycephalus* registradas nesse estudo, apenas duas ocorrem nas ilhas. Tal fato pode ser atribuído à biologia dessas espécies, que geralmente ocorrem em altitudes superiores a 200 m (Pombal Jr 2001, Carvalho-e-Silva *et al.* 2008). Apesar de Itanhangá ser a única ilha com altitude máxima inferior a esse valor, apenas a Ilha de São Sebastião, Ilha Grande e Ilha da Marambaia apresentam ambientes favoráveis para a ocorrência de espécies desse gênero. Isso pode estar relacionado ao fato das outras ilhas apresentarem faixas de altitude superiores a

200 m muito estreitas e com declividades acentuadas. Uma explicação alternativa para essas ausências pode estar relacionada com o padrão de distribuição dessas espécies.

Um padrão claro de perda de diversidade insular parece estar associado às espécies com modos reprodutivos dependentes de ambientes aquáticos temporários de áreas abertas. A ausência das outras espécies citadas pode ser devido a falhas no processo de amostragem ou a distribuição pretérita que não incluía a área de algumas ou todas as ilhas. Estes padrões de distribuição de riqueza e aparente perda de diversidade entre as ilhas parecem indicar que, pelo menos para anfíbios anuros, a manutenção de uma alta diversidade de ambientes reprodutivos pode ser o principal elemento na manutenção da diversidade de espécies para a Floresta Atlântica. Nota-se também que a diversidade de ambientes reprodutivos é diretamente relacionada ao tamanho das áreas das ilhas (áreas maiores portam maior diversidade de ambientes reprodutivos). Assim, a princípio, ambas as variáveis poderiam ser tomadas como eficientes estimadoras da diversidade de espécies. Contudo, os processos envolvidos com a perda de espécies somente podem ser compreendidos através do estudo detalhado dos modos e ambientes reprodutivos que espécies utilizam e sua distribuição e abundância nas áreas analisadas.

#### *Relação espécie-área em ilha continentais*

No presente estudo não foi detectada relação significativa entre a riqueza de espécies de anuros e a distância das ilhas em relação ao continente. Isso pode indicar que os padrões de riqueza de espécies observados desviam de um padrão determinado por processos de colonização, confirmando esta expectativa. Nessas ilhas outros processos, ligados à diminuição da área e interrupção do fluxo de indivíduos, agora isolados pelo mar, que podem ocasionar endogamia e diminuição da diversidade genética, competição por recursos limitados após o isolamento, etc, podem estar associados à perda de diversidade, por extinção, nessas ilhas.

Simberloff (1976) sugere que a riqueza de espécies é regulada apenas pela área da ilha. O número de espécies encontradas nas ilhas estudadas apresenta relação significativa com a área. No geral, ilhas maiores apresentaram mais espécies do que ilhas menores. Entretanto, para alguns autores, a área não é causa do aumento da diversidade de forma direta (Zimmermann 1986). A riqueza de espécies das ilhas também é regulada pela interação de alguns fatores (*e.g.*, altitude máxima e diversidade de ambientes reprodutivos) que atuam de forma isolada ou simultaneamente nesse processo (Kohn & Walsh 1994, Rosenzweig 1995, Ricklefs & Lovette 1999, Connor & McCoy 2001, Triantis *et al.* 2003).

Por exemplo, quando comparamos a riqueza de espécies da Ilha Comprida (ilha do litoral paulista não incluída nesse estudo, ver Zina 2010) com a da Ilha Anchieta, a relação entre a área das ilhas (Ilha Comprida: 189,00 Km<sup>2</sup>; Ilha Anchieta: 8,26 Km<sup>2</sup>) e o número de espécies (n = 17) é o que mais chama a atenção. Apesar de ter uma área 20 vezes maior do que a segunda ilha, a Ilha Comprida apresenta uma baixa diversidade de ambientes reprodutivos em relação à Ilha Anchieta, sendo constituída apenas por ambientes de restinga (baixada de área aberta, com poças temporárias e permanentes, mata de restinga arbustiva). Na Ilha Anchieta, a presença de florestas, inúmeros riachos e um gradiente altitudinal variado permite que ocorram aí, um número significativamente maior de espécies. Por outro lado, quando comparamos a riqueza das ilhas pequenas e muito pequenas (< 10 Km<sup>2</sup>) nota-se um forte incremento na riqueza de espécies sem aumento significativo da área. Nessas ilhas, a presença de ambientes reprodutivos age de forma mais expressiva na regulação da riqueza de espécies. Ilhas com áreas semelhantes, como a Ilha de Itacuruçá e a Ilha Anchieta, apesar de apresentarem números de ambientes reprodutivos semelhantes, a abundância desses ambientes e a disposição deles nas ilhas (*i.e.*, quantidade de riachos, altitude máxima das nascentes, presença de poças em áreas elevadas, entre outros) resultam em uma diferença na riqueza de espécies encontrada. A Ilha Anchieta apresenta mais de dez riachos, enquanto a Ilha de Itacuruçá tem apenas dois. A complexidade estrutural dessa ilha permite que mais espécies a ocupem, mesmo tendo área inferior em relação à Ilha de Itacuruçá.

Outro fator capaz de influenciar na riqueza de espécies nas ilhas é a variação da altitude máxima que elas apresentam. Nas ilhas aqui estudadas, a riqueza de espécies aumenta em função da altitude máxima das ilhas. Ao compararmos as riquezas de espécies de anuros encontradas em ilhas com áreas semelhantes, porém com altitudes máximas discrepantes, como é o caso da Ilha Grande (área: 193,00 Km<sup>2</sup>; altitude máxima: 1031 m; riqueza: 31) e da Ilha Comprida (área: 189,00 Km<sup>2</sup>; altitude máxima: 10 m; riqueza: 17), percebe-se uma diferença expressiva entre o número de espécies das áreas. A elevada riqueza de espécies da Ilha Grande acompanha sua ampla variação altitudinal, que por sua vez está associada ao aumento na diversidade de ambientes reprodutivos. Nessa ilha ocorrem poças e riachos de fluxo lento na faixa de altitude de 900 metros, que se devem à predominância de áreas planas nesta faixa altitudinal. Adicionalmente, riachos de fluxo rápido podem ser observados em outras faixas de altitude menos elevadas. Esses são exemplos da variação ambiental possibilitada pelas variações altitudinais.

Como se observou, do mesmo modo que em localidades insulares área e riqueza estão correlacionadas, a altitude máxima das ilhas também é um fator determinante na diversidade de

espécies. Ambas as variáveis são determinantes do número de ambientes reprodutivos existentes nas áreas analisadas, o que leva a concluir que a riqueza de espécies nas ilhas é regulada por diversos fatores que agem em conjunto, todos eles atuantes sobre a biologia reprodutiva das espécies. Assim, dentre esses fatores avaliados, o número de ambientes reprodutivos parece ser o mais eficiente preditor da riqueza de espécies em ilhas. Apesar disso, como a determinação desse tipo de parâmetro é arbitrária, variando de acordo com os critérios estabelecidos pelo pesquisador, o número de modos reprodutivos [segundo a classificação inicialmente proposta por Salthé & Duellman (1973) e posteriormente ampliada por Haddad & Prado (2005)] presentes nas localidades amostradas mostra-se uma variável mais consistente a ser empregada em estimativas de riqueza de espécies de anuros.

Zimmermam & Bierregaard (1986), ao estudarem comunidades de anuros em fragmentos florestais na Amazônia, demonstraram que a diversidade de ambientes reprodutivos é um eficiente preditor de riqueza de espécies presentes nas áreas estudadas. Esse mesmo resultado foi observado em relação às comunidades de anuros das ilhas analisadas neste trabalho. A existência de um padrão congruente observado entre as ilhas e os fragmentos continentais reflete a existência de processos ecológicos gerais responsáveis pela composição das comunidades presentes nesses ambientes estruturalmente semelhantes, porém isolados em escalas temporais tão distantes.

#### *Processos explicativos para a composição das comunidades insulares*

As ilhas incluídas no presente estudo atendem às condições estabelecidas por Patterson & Brown (1991) em relação ao aninhamento, uma vez que elas se originaram pelo mesmo processo geológico (variação do nível marinho no início do Holoceno) e podendo ser consideradas como parte de uma área antes contínua, e por isso, ecologicamente comparáveis. Embora esperados para comunidades insulares (Darlington 1957; Cook & Quinn 1995; Wright *et al.* 1998; Yiming *et al.* 1998), os resultados aqui encontrados para estas análise são significativos e permitem avaliação mais consistente e menos especulativas (anedóticas) dos dados. A matriz de aninhamento permitiu que fossem identificados padrões de ausências de alguns grupos de espécies, sugerindo a existência de um processo comum causador das extinções nessas ilhas.

O forte aninhamento indicado tanto para a matriz ordenada de acordo com a área das ilhas, quanto de acordo com os modos reprodutivos (representando ambientes reprodutivos) é indicativo de que a perda de diversidade deve ter ocorrido de forma preditiva e ordenada, o que por sua vez é indicativo de um processo de extinção seletiva, regulado ou causado pela

perda de ambientes reprodutivos. Desta forma, ilhas menores podem conter um número relativamente menor de ambientes usados pelas espécies de anfíbios para reprodução e são compostas por sub-conjuntos de espécies encontradas nas ilhas maiores e com mais desses tipos de ambientes. Vale ressaltar que a ocorrência de um modo reprodutivo nas ilhas implica na existência do ambiente reprodutivo inerente à esse modo, além de indicar possibilidade da presença de outras espécies que o compartilhem. Desta forma, pode-se considerar os modos reprodutivos bons preditores para a diversidade de espécies.

O processo de extinção seletiva é um dos mecanismos responsáveis pela geração do padrão aninhado em comunidades insulares ou fragmentadas e muitos autores vêm buscando identificar os fatores que influenciam nesse processo (Terborgh & Winter 1980, Diamond 1984). Dentre os fatores mais apontados como responsáveis pela extinção seletiva estão os graus de raridade da espécie e de especialização de habitat (Terborgh & Winter 1980, Diamond 1984, Yiming *et al.* 1998). Num estudo com comunidades de anuros em um arquipélago chinês, Yiming *et al.* (1998) concluíram que o mecanismo responsável por regular a extinção de espécies nas ilhas é determinado pela área de distribuição dessas espécies, *i.e.*, aquelas que apresentam ampla distribuição no continente são também as mais frequentes nas ilhas.

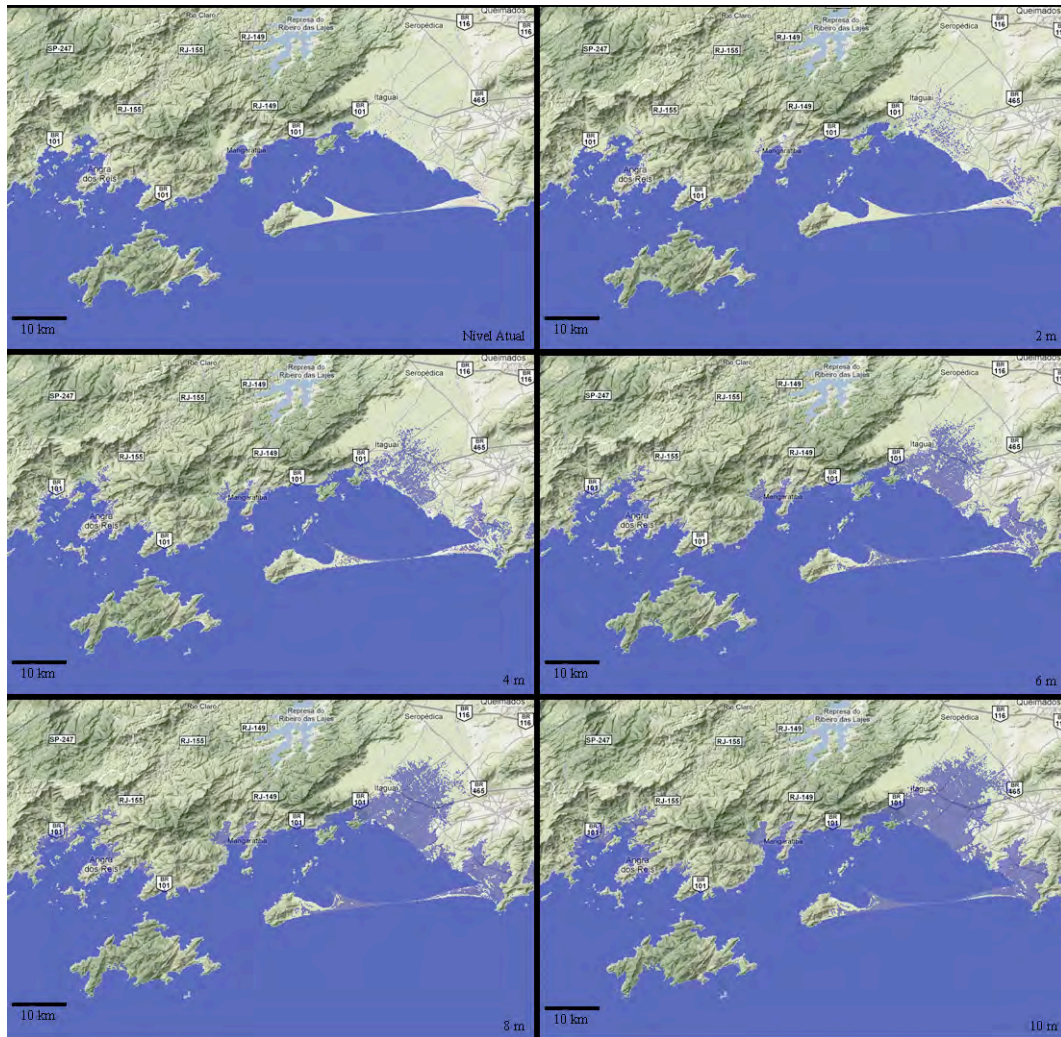
Os resultados aqui apresentados, além de comporem a avaliação de um conjunto muito mais rico em espécies (134 anuros) do que aquele avaliado por Yiming *et al.* (1998) (15 anuros e quatro salamandras), indicam que somente a amplitude do limite de distribuição não é suficiente para explicar a ausência de espécies nas ilhas, uma vez que diversas espécies consideradas muito comuns no continente próximo (*e.g.*, *Dendropsophus anceps*, *D. elegans*, *D. bipunctatus*, *D. minutus*, *Scinax similis*, *Hypsibaas semilineatus*, *Leptodactylus fuscus*, *Phyllomedusa burmeisteri* e *P. rohdei*) não foram encontradas em nenhuma das ilhas estudadas. As espécies do gênero *Dendropsophus* são comumente encontradas em poças de áreas abertas, desde beiras de estrada até bordas de mata na baixada litorânea do continente (11 espécies), enquanto nas ilhas foram encontradas apenas três espécies ocorrendo em duas das oito ilhas estudadas (Ilha de São Sebastião e Ilha da Marambaia). Parece existir um padrão de perda de diversidade insular, não associado à aspectos da distribuição e abundância das espécies no continente.

Outro fator importante, que deve ter atuado como modelador da diversidade nessas ilhas, está associado às variações do nível médio marinho que ocorreram depois que as ilhas já se encontravam isoladas do continente. Entre 5.000 e 3.500 a.a.p., dois eventos transgressivos que atingiram até quatro metros acima do nível atual (Suguio *et al.* 2005)



foram responsáveis, nas ilhas e no continente, pelo afogamento de todas as baixadas litorâneas, como pode ser observado na simulação apresentada na Figura 10. Esses eventos podem estar associados as ausências comuns à maioria das ilhas estudadas. Com o desaparecimento das baixadas, vários dos ambientes usados pelas espécies para reprodução (meandros e estuários de rios e riachos, poças temporárias e permanentes) desapareceram. O mesmo pode ter acontecido no continente. Entretanto nas ilhas, o tamanho relativo ocupado por esses ambientes, a inexistência de ambientes semelhantes no interior das ilhas e a impossibilidade de re-colonização, culminaram na extinção local (insular) dessas espécies.

Aparentemente, a Ilha da Marambaia apresenta algumas exceções a este padrão. Lá ocorrem algumas espécies comuns de baixadas litorâneas do Rio de Janeiro, como é o caso de *Aparasphenodon brunoi*, *Rhinella pygmaea*, *Xenohyla truncata* e mesmo das duas espécies de *Dendropsophus* que aí foram registradas. Essas espécies podem representar casos isolados de dispersão facilitada pelo aparecimento do cordão litorâneo, a restinga da Marambaia, que serve de ponte peninsular entre o continente e a ilha. Se esse for o caso, avaliações da estrutura genética das populações dessas espécies devem indicar menor grau de divergência do que o das espécies realmente isoladas (*e.g.*, *Haddadus binotatus*, *Aplastodiscus eugenioi*, etc) que têm pouca ou nenhuma habilidade de atravessar esse ambiente de restinga, devido à inexistência de seus ambientes reprodutivos.



**Figura 10.** Resultados da simulação da elevação gradual do nível médio marinho para as ilhas do litoral da Costa Verde do Rio de Janeiro. As imagens foram produzidas com o auxílio do aplicativo “Flood Map” (acessado em 20/12/2010 no site: <http://flood.firetree.net/>).

Espécies do gênero *Cycloramphus* só foram observadas nas ilhas grandes (Ilha de São Sebastião e Ilha Grande). Não nos foi possível, com base nos dados disponíveis sobre a biologia das espécies neste gênero (Heyer 1983), explicar a ausência desse grupo em algumas ilhas que, aparentemente, apresentam os ambientes reprodutivos utilizados por elas (*e.g.*, Ilha da Marambaia e Ilha Anchieta). A definição do ambiente reprodutivo de cada espécie pode estar sendo muito generalizada, faltando à elas detalhes sutis, porém essenciais, para a ocorrência e manutenção de populações dessas espécies. Entretanto, como algumas ilhas (*e.g.*, Ilha de Itacuruçá, Ilha da Gipoia, Ilha de Jaguanum e Ilha de Itanhangá) não apresentam esses ambientes, a ausência dessas espécies aí pode ser atribuída à ausência de seus ambientes reprodutivos. Uma hipótese explicativa semelhante pode se levantada para a ocorrência das espécies dos gêneros *Hylodes* — restritas à quatro ilhas (Ilha Grande, Ilha de São Sebastião,

Ilha da Marambaia e Ilha Anchieta) — e *Crossodactylus* — restrito à duas das ilhas do litoral fluminense (Ilha Grande e Ilha da Marambaia). Nestes casos, no entanto, além de dependerem de rios, esses devem apresentar características peculiares, como leito pedregoso e uma cobertura vegetal capaz de proporcionar um local sombreado (Pimenta *et al.* 2008). Esse tipo de ambiente não foi observado nas outras ilhas.

Cutler (1991) sugere que o aninhamento perfeito resulte das seguintes condições: (i) todas as espécies eram homoganeamente distribuídas pela região antes do isolamento, (ii) as extinções devem ocorrer de forma sequencial em todos os fragmentos e (iii) não deve ocorrer nenhuma colonização pós-isolamento. O não atendimento de qualquer uma dessas condições ocasionará ruídos na matriz, ou seja, ausências ou presenças inesperadas. Entretanto esse padrão perfeito nunca é observado na natureza (Hylander *et al.* 2005) e algumas espécies apresentam distribuições peculiares. Atmar & Patterson (1993) sugerem alguns mecanismos responsáveis por essas distribuições idiossincráticas: presença de características eco-geográficas únicas em algumas ilhas, eventos de disjunção na evolução histórica da estruturação da comunidade e a invasão de espécies pós-isolamento.

Foi identificado um padrão na presença de modos reprodutivos nas ilhas relacionado à dependência de ambientes aquáticos. As espécies mais frequentes são aquelas que apresentam modos reprodutivos independentes da presença de corpos d'água, no caso, os modos M19 e M32. Quando se observa o modo reprodutivo usado pelas duas espécies do grupo *Thoropa miliaris* (M19), percebe-se o motivo pelo qual elas encontram-se amplamente distribuídas pelas ilhas. A presença de filmes d'água sobre a superfície de rochas é suficiente para a postura de ovos e desenvolvimento das larvas dessas espécies. Esse tipo de ambiente é comum em todas as ilhas, por menor que elas sejam. Já *Leptodactylus marmoratus* (M32) pode ser encontrada no folhicho, seja em floresta ou áreas abertas. Essa espécie deposita seus ovos em pequenas câmaras previamente construídas, onde seus girinos se desenvolvem sem que haja a necessidade de poças ou outros corpos d'água. A independência dessas espécies em relação aos ambientes aquáticos pode ser o fator responsável pela sua ampla distribuição entre as ilhas. Outro modo reprodutivo comum entre as ilhas é o M6, encontrado em todas as ilhas com exceção da Ilha de Jaguanum. Esse modo é referente à postura de ovos e desenvolvimento das larvas na água acumulada nas axilas foliares de bromélias (Peixoto 1995). Essas plantas podem ser encontradas em todas as ilhas estudadas, no entanto o acesso às moitas, algumas vezes localizados em paredões íngremes, dificulta a busca por essas espécies. Dessa forma, acredita-se que a ausência de uma espécie do grupo *Scinax perpusillus* na Ilha de Jaguanum pode ser atribuída à falha de amostragem.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns dos temas abordados neste estudo têm relações diretas com a preservação de espécies de anfíbios na Floresta Atlântica—tanto para as espécies insulares como para as espécies continentais. Em uma primeira abordagem, os efeitos do aquecimento global do passado causaram elevação do nível médio marinho e inundação de áreas de baixada. Mesmo no continente, estes eventos devem ter sido responsáveis pelo desaparecimento de um grande número de espécies destes ambientes, como aconteceu nas ilhas. Esse conhecimento pode servir de base para que sejam tomadas providências que visem minimizar esses efeitos caso as previsões de aquecimento global sejam confirmadas.

Por outro lado, parece evidente que para a conservação de anfíbios além de se preservar áreas extensas, é preciso que nos preocupemos com a preservação do maior número de habitats possível por área preservada. A preservação de habitats que são utilizados para reprodução parece ser um forte componente na manutenção de números elevados de riqueza de espécies.

Em uma abordagem mais teórica, uma importante forma de testar algumas das hipóteses levantadas aqui estaria relacionada à programas de pesquisa que visem compreender a diversidade genética e o grau de diferenciação das espécies isoladas nas ilhas, com aquelas no continente. Neste sentido, a Ilha da Marambaia seria uma importante fonte de comparação, uma vez que apresenta, através da restinga, uma importante possibilidade de re-colonização por algumas espécies.

Esse estudo mostra que para preservar o maior número de espécies de anuros, outros fatores além do tamanho da área a ser conservada devem ser considerados. A complexidade estrutural do ambiente pode compensar o efeito da área, então pequenas áreas que comportem diversos tipos de ambientes reprodutivos de anuros podem ser mais eficientes do que extensas áreas homogêneas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA-NETO, M. , GUIMARÃES, P., GUIMARÃES JR., P.R., LOYOLA, R.D. & ULRICH, W. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and quantification. \_ *Oikos* 117: 1227–1239.
- ARAÚJO, D. & OLIVEIRA R. 1988. Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Rio de Janeiro): Lista preliminary da flora. *Acta Bot. Bras.* 1: 83-94.
- ARAÚJO, M.B., PEARSON, R.G., THUILLER, W. & ERHARD, M. 2005. Validation of species-climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11, 1504–1513.
- ARAÚJO, C.O., CONDEZ, T.H. & SAWAYA, R.J. 2009. Anfíbios Anuros do Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, sudeste do Brasil, e suas relações com outras taxocenoses no Brasil. *Biota Neotrop.* 9 (2): 77–98.
- ARRHENIUS, O. 1921. Species and area. *Journal of Ecology.* 4: 68-73.
- ATMAR, W. & PATTERSON, B.D. 1993. The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. *Oecologia.* 96: 373–382.
- AYRES, M., AYRES JR, M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. 2007. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Ong Mamirauá. Belém, PA.
- BECKER, C.G., FONSECA, C.R., HADDAD, C.F.B., BATISTA, R.F. & PRADO, P.I. 2007. Habitat split and the global decline of amphibians. *Science.* 318:1775–1777.
- BEHLING, H. 1998. Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99:143–156.
- BERTOLUCI, J.A. 1997. Fenologia e seleção de hábitat em girinos da Mata Atlântica em Boracéia, São Paulo (Amphibia, Anura). *Tese de Doutorado*, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BERTOLUCI, J.A., BRASSALOTI, R.A., RIBEIRO JR., J.W., VILELA, V.M.F.N. & SAWAKUCHI, H.O. 2007. Species composition and similarities among anuran assemblages of four forest sites in southeastern Brazil. *Sci. Agric.* 64(4):364-374.
- BROWN, J.H. 1971. Mammals on mountaintops: nonequilibrium insularbiogeography. *Am Nat.* 105:467-478
- CARVALHO-E-SILVA, S.P. & CARVALHO-E-SILVA, A.M.T. 2004. *Euparkerella brasiliensis*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Consultado em 28 de março 2011.
- CARVALHO-E-SILVA, A.M.T., DA SILVA, G.R., CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2008. Anuros da Reserva Rio das Pedras, Mangaratiba, RJ, Brasil. *Biota Neotrop.* 8 (1): 199–209.

- CASTRO, D.N.; SOUZA, M.; MENEZES, L.F.T. 2007. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, 5(2):75-77.
- CENTENO, F.C. 2008. Diversidade e uso do ambiente pelos anfíbios e répteis da Ilha de São Sebastião, Ilhabela, SP. *Dissertação de Mestrado*. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- CICCHI P.J.P. 2007. Dados ecológicos da herpetofauna do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, São Paulo, Brasil *Dissertação de Mestrado*. Botucatu: Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista.
- CICCHI P.J.P., SERAFIM, H., DE SENA, M.A., CENTENO, F.C. & JIM, J. 2009. Herpetofauna em uma área de Floresta Atlântica na Ilha Anchieta, município de Ubatuba, sudeste do Brasil. *Biota Neotrop.* 9 (2): 201-212.
- CLARKE, K.R. & GORLEY, R.N. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- COOK, R. R. & QUINN, J. F. 1995. The importance of colonization in nested species subsets. *Oecologia.* 102: 413-424.
- CONDE, M.M.S., LIMA, H.R.P., PEIXOTO, A.L. 2005. Aspectos florísticos e vegetacionais da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. In: *História Natural da Marambaia*. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Rural – UFRRJ.133-168.
- CONNOR, E.F. & MCCOY, E.D. 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. *Am Nat.* 113:791-833.
- CONNOR, E.F. & MCCOY, E.D. 2001. Species-Area Relationships. *Encyclopedia of Biodiversity.* 5: 397-411.
- CUNHA, C.L.N., ROSMAN, P.C.C., FERREIRA, A.P. & MONTEIRO, T.C.N. 2006. Hydrodynamics and water quality models applied to Sepetiba Bay. *Continental Shelf Research.* 26, 1940–1953.
- CUTLER, A. 1991. Nested faunas and extinction in fragmented habitats. *Conservation Biology.* 5: 496–505.
- CUTLER, A.H. 1994. Nested biotas and biological conservation: metrics, mechanisms, and meaning of nestedness. *Landscape Urban Plann.* 28: 73-82.
- DARLINGTON, P.J. 1957. Zoogeography: geographical distribution of animals. Wiley, New York, New York, USA.
- DIAMOND, J.M. 1984. "Normal" extinctions of isolated populations. In: Nitecki MH (ed) *Extinctions*. Univ of Chicago Press, Chicago. 91-246.

- DUELLMAN, W.E. 1999. Distribution patterns of amphibians in South America. In Patterns of distribution of amphibians: a global perspective (W.E. Duellman, ed). *John Hopkins University Press*, Baltimore. 255–328.
- ESBÉRARD, C.E.L. 2009. Capture sequence and relative abundance of bats during surveys. *Zoologia* 26 (1):103-108.
- FOX, B.J. & FOX, M.D. 2000. Factors determining mammal species richness on habitat islands and isolates: habitat diversity, disturbance, species interactions and guild assembly rules. *Global Ecology & Biogeography*. 9: 19-37
- FRANÇA, A. 1944. Notas sobre a geografia da Ilha de S. Sebastião. *Bol Assoc Geogr Bras.* 4(5): 49-59.
- FRANÇA, A. 1954. A Ilha de São Sebastião: estudo de geografia humana. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. *Boletim* 178, Geografia. n.10.
- FROST, D.R. 2011. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.5 (31 January. American Museum of Natural History, New York, USA. 2011). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/> (Consultado em 10 de Fevereiro de 2011).
- Fundação CIDE – Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro em Dados. Disponível em [www.cide.rj.gov.br/download/RiodeJaneiroemDados.pdf](http://www.cide.rj.gov.br/download/RiodeJaneiroemDados.pdf).
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1993. Recursos naturais e meio ambiente: Uma visão do Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- HADDAD, C.F.B. & HÖDL, W. 1997. New reproductive mode in anurans: Bubble nest in *Chiasmocleis leucosticta* (Microhylidae). *Copeia*. 1997: 585–588.
- HADDAD C.F.B. & POMBAL, J.P. 1998. Redescription of *Physalaemus spiniger* (Anura: Leptodactylidae) and description of two new reproductive modes. *Journal of Herpetology*. 32: 557–565.
- HADDAD C.F.B., POMBAL, J.P. & GORDO, M. 1990. Foam nesting in a hylid frog. *Journal of Herpetology*. 24: 225–226.
- HADDAD C.F.B. & SAWAYA, R.J. 2000. Reproductive modes of Atlantic forest hylid frogs: A general overview with the description of a new mode. *Biotropica*. 32: 862–871.
- HADDAD, C.F.B. & PRADO, C.P.A. 2005. Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*. 55(3): 207–217.



- HASTENRATH, S. 1991. *Climate Dynamics of the Tropics*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 488 pp.
- HEINE, K. 2000. Tropical South America during the Last Glacial Maximum: evidence from glacial, periglacial and fluvial records. *Quaternary International*. 72(1): 7-21.
- HEYER, W.R. 1983. Variation and Systematics of frogs of the genus *Cycloramphus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Arq. Zool. São Paulo*. 30(4): 235-339.
- HEYER, W.R., RAND, A.S., CRUZ, C.A.G., PEIXOTO, O.L. & NELSON, C.E. 1990. Frogs of Boracéia. *Arq. Zool. São Paulo*. 31: 231-410.
- HYLANDER, K., NILSSON, C.; JONSSON, B.G.; GOTHNER, T. 2005. Differences in habitat quality explain nestedness in a land snail meta-community. *Oikos*. 108: 351-361.
- IBGE. 1983. *Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro/Vitória. Ministério das Minas e Energia. Secretaria-Geral, Rio de Janeiro. Folhas SF 23/24.
- Instituto Terra – IEF 2008. Estudos técnicos para a criação de UCS. Aliança para a Conservação da MA – TNC – PMRC. Disponível em [http://issuu.com/parquesbr/docs/parque\\_cunhambebe\\_-\\_relatorio\\_final\\_-\\_completo](http://issuu.com/parquesbr/docs/parque_cunhambebe_-_relatorio_final_-_completo) (Consultado em 10/09/2010).
- International Commission on Stratigraphy. 2009. Disponível em <http://www.stratigraphy.org/view.php?id=25>.
- IZECKSOHN, E. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. 2001. Anfíbios do Município do Rio de Janeiro. Editora UFRJ, Rio de Janeiro. 147 pp.
- JOHNSON, M.P. & SIMBERLOFF, D. 1974. Environmental determinants of island species numbers in the British Isles. *Journal of Biogeography*. 1: 149-154.
- KOHN, D.D. & WALSH, D.M. 1994. Plant species richness – the effect of island size and habitat diversity. *Journal of Ecology*. 82: 367-377.
- KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 479pp.
- LOMOLINO, M.V. 1996. Investigating causality of nestedness of insular communities: selective immigrations or extinctions? *Journal of Biogeography*. 23: 699-703.
- LYNCH, J. D. 1982. Relationships of the frogs of the genus *Ceratophrys* (Leptodactylidae) and their bearing on hypotheses of Pleistocene forest refugia in South America and punctuated equilibria. *Systematic Zoology*, 31 (2): 166-179.
- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*. 17: 373-387.

- MACARTHUR, R.H., & WILSON, E.O. 1967. The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press, Princeton, N.J. 203 p.
- MACARTHUR, R.H., DIAMOND, J.M. & KARR, J.R. 1972. Density Compensation in Island Faunas. *Ecology*. 53 (2): 330-342.
- MAHIQUES, M.M., WAINER, I.K.C., BURONE, L., NAGAI, R., SOUSA, S.H.M., FIGUEIRA, R.C.L., SILVEIRA, I.C.A., BÍCEGO, M.C., ALVES, D.P.V. & HAMMER, Ø. 2008. A high-resolution Holocene record on the Southern Brazilian shelf: Paleoenvironmental implications. *Quaternary International*. 1–10.
- MELLO, C.E.H.V. 1987. Apontamentos para servir à História Fluminense (Ilha Grande) Angra dos Reis. Edição do conselho Municipal de Cultura, Angra dos Reis. *Biblioteca da Pós-graduação de História, UFF*.
- MENEZES, L.F.T. & ARAÚJO, D.S.D. 2005. Formações Vegetais da Restinga da Marambaia. In: *História Natural da Marambaia*. Rio de Janeiro: Editora da Universidade Rural – UFRRJ. 15–38.
- MONTESINOS, R. 2010. O efeito do isolamento geográfico no tamanho de *Rhinella ornata* (Spix 1824) (Anura: Bufonidae) em ilhas continentais da Costa Verde do Rio de Janeiro. *Dissertação de Mestrado*. Rio de Janeiro: Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- MORELLATO, L.P.C & HADDAD, C.F.B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica*. 32 (4b): 786–792.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853–858. (doi:10.1038/35002501).
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. *IBGE*, Rio de Janeiro. 421pp.
- NÓBREGA, LA. 2004. Marambaia: imaginário e história. *Rev. Univ. Rural, Sér. Ciências Humanas*. Seropédica, RJ, EDUR. 26 (1-2): 115–123.
- NUNES-FREITAS, A.F., ROCHA-PESSÔA, T.C., COGLIATTI-CARVALHO, L. & ROCHA, C.F.D. 2006. Bromeliaceae da restinga da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul composição, abundância e similaridade da comunidade. *Acta bot. bras.* 20 (3): 709–717.
- PATTERSON, B.D. 1990. On the temporal development of nested subset patterns of species composition. *Oikos*. 59: 330-342.
- PATTERSON, B.D. & ATMAR, W. 1986. Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. In: *L. R. Heaney & B. D. Patterson, eds. Island biogeography of mammals*. Academic Press, London, UK. 65–82

- PATTERSON, B.D. & BROWN, J.H. 1991. Regionally nested patterns of species composition in granivorous rodent assemblages. *Journal of Biogeography*. 18: 395-402.
- PATTERSON, B.D. 1984. Mammalian extinction and biogeography in the southern Rocky Mountains. Extinctions. Ed. by M. H. Nitecki University of Chicago Press. 247–293pp.
- PEIXOTO, O.L. 1995. Associação de anuros a bromeliáceas na mata atlântica. *Rev. Univ. Rural, Sér. Ciênc. da Vida* 17: 75–83.
- PIMENTA, B.V.S., WACHLEVSKI, M. & CRUZ, C.A.G. 2008. Morphological and Acoustical Variation, Geographic Distribution, and Conservation Status of the Spinythumb Frog *Crossodactylus bokermanni* Caramaschi and Sazima, 1985 (Anura, Hylodidae). *Journal of Herpetology*. 42 (3): 481–492.
- POMBAL JR, J.P. 2001. A new species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from Atlantic Rain Forest of southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*. 22: 179-185.
- POMBAL JR, J.P. & GORDO, M. 2004. Anfíbios anuros da Juréia. In: Estação Ecológica Juréia-Itatins: Ambiente físico, flora e fauna (O.A.V. Marques & Duleba, W. eds.). Editora Holos, Ribeirão Preto. 243-256.
- REED, T. 1981. The number of breeding landbird species on British islands. *J. Anim. Ecol.* 50: 613-624.
- RICKLEFS, R.E. & LOVETTE, I.J. 1999 The roles of island area per se and habitat diversity in the species–area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. *J. Anim. Ecol.* 68: 1142–1160.
- ROCHA, C.F.D., FREITAS, A.F.N., COGLIATTI-CARVALHO, L. & PESSOA, T.C.R. 2004. Habitat disturbance in the coastal sand dune vegetation and related richness and diversity of bromeliad species. *Vidalia* 2: 49–55.
- ROCHA, C.D.F., BERGALLO, H.G., ALVES, M.A.S., VAN SLUYS, M., MAZZONI, R. & SANTOS, S.B. 2009. Fauna de ambientes interiores. In: *O ambiente da Ilha Grande*. Bastos, M. & Callado, C.H. Orgs. Rio de Janeiro, UERJ/CEADS. 562p.
- RONCARATI, H. & MENEZES, L.F.T. 2005. Marambaia, Rio de Janeiro: origem e evolução. In: *História Natural da Marambaia*. Rio de Janeiro: Editora da Universidade - UFRRJ. 15–38.
- ROSENZWEIG, M.L. 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 436pp.
- SALTHER, S.N. & DUELLMAN, W.E. 1973. Quantitative constraints associated with reproductive mode in anurans. In Vial JL, ed. *Evolutionary Biology of the Anurans*. Columbia: University of Missouri Press. 229–249.

- SAWAYA R.J. 1999. Diversidade, densidade e distribuição altitudinal da anurofauna de serapilheira da Ilha de São Sebastião, SP. *Dissertação de Mestrado*. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- SCHOENER, T.W. & SCHOENER, A. 1983. Distribution of vertebrates on some very small islands. I. Occurrence sequences of individual species. *J Anim Ecol.* 52: 209-235.
- Secretaria do Meio Ambiente & Instituto Florestal. 2005. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. *Imprensa oficial*, São Paulo, p. 200.
- Secretaria do Meio Ambiente. 1998. Planos de manejo das unidades de conservação: Parque Estadual de Ilhabela - Fase 1, Plano de Gestão Ambiental. São Paulo: SMA; (*Documentos Ambientais*).
- SILVA, H. R., & ALVES-SILVA, R. 2008. New coastal and insular species of the bromeligenous *Scinax perpusillus* group, from the State of Rio de Janeiro, Brazil (Anura, Hylidae). *Zootaxa.* 1914: 34–44.
- SILVA, H.R., CARVALHO, A.L.G. & BITTENCOURT-SILVA, G.B. 2008. Frogs of Marambaia: A naturally isolated restinga and Atlantic Forest remnant of Southeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 8: 167–174.
- SIMBERLOFF, D.S. 1976. Species turnover and equilibrium island biogeography. *Science.* 194: 572–578.
- SOARES, E.P. 2006. Caracterização da precipitação na região de Angra dos Reis e sua relação com os deslizamentos de encosta. *Dissertação de Mestrado*. COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro.
- SORENSEN, T. 1957. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter / Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.* 5 (4): 1–34.
- SOULÉ, M.E., BOLGER, D.T., ALBERTS, A.C., SAUVAJOT, R., WRIGHT, J., SORICE, M. & HILL, S., 1988. Reconstructed dynamics of rapid extinctions of chaparral-requiring birds in urban habitat islands. *Conserv. Biol.* 2: 75–92.
- SUGUIO, K., MARTIN, L. 1978. Quaternary Marine Formations of the States of São Paulo and Southern Rio de Janeiro. *International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary*. Special Publication No. 1. Institute of Geosciences of the University of São Paulo. 1–55.
- SUGUIO, K., ANGULO, R. J., CARVALHO, A. M., CORRÊA, I. C. S., TOMAZELLI, L. J., VILWOCK, J. A. & VITAL, H. 2005. Paleoníveis do mar e paleolinhas de costa. In: Souza, C.R.G.,

- Suguio, K., Oliveira, A.M.S., Oliveira, P.E. (Orgs). *Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto*: ABEQUA / Holos Editora. 382p.
- TERBORGH, J. & WINTER, B. 1980. Some causes of extinction. In: Soulé, M.E., & Wilcox, B.A. (eds) *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sinauer, Sunderland, Mass. 119-133.
- TESSLER, M.G. & GOYA, S.C. 2005. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia*. 17: 11-23.
- TRIAANTIS, K.A., MYLONAS, M., LIKA, K. & VARDINOYANNIS, K. 2003. A model for species–area–habitat relationship. *Journal of Biogeography*. 30: 19–27.
- URURAHY, J.C.C., COLLARES, J.E.R., SANTOS, M.M. & BARRETO, R.A.A. 1983. Vegetação. In: *IBGE, Projeto Radambrasil*. Rio de Janeiro/Vitória, 32: 553–623.
- VALENTIN, J.L. 2000. *Ecologia Numérica – Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro. Ed. Interciência. 117pp.
- VANZOLINI, P.E. 1973. Paleoclimates, relief and species multiplication in Equatorial forest. In: B.J. Meggers *et al.* Eds. *Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America*. Smithsonian Press, Washington, DC. 225p.
- VERDADE, V.K. & RODRIGUES, M.T. 2007. Taxonomic Review of *Allobates* (Anura, Aromobatidae) from the Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Herpetology*. 41 (4): 566–580.
- WEYGOLDT, P. & CARVALHO-E-SILVA, S.P. 1992. Mating and oviposition in the hylodine frog *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura: Leptodactylidae). *Amphibia–Reptilia* .13: 35–45.
- WILLIAMS, C.B. 1964. Patterns in the balance of nature and related problems in quantitative biology. Academic Press, New York.
- WILLIAMS, M.J.A., DUNKERLEY, D.L., DE DECKKER, P., KERSHAW, A.P. & STOKES, T. 1993. Quaternary Environments. Edward Arnold (Ed.). 329 pp.
- WRIGHT, D.H., PATTERSON, B.D., MIKKELSON, G.M., CUTLER, A. & ATMAR, W. 1998. A comparative analysis of nested subset patterns of species composition. *Oecologia*. 113: 1–20.
- YIMING, L., NIEMELA, J. & DIANMO, L. 1998. Nested distribution of amphibians in the Zhoushan Archipelago, China: can selective extinction cause nested subsets of species? *Oecologia*. 113: 557–564.
- ZAZO, C. 1999. Interglacial sea levels. *Quaternary International*. 55: 101–113.

- ZIMMERMAN, B.L. & BIERREGAARD, R.O. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species–area relations to conservation, with a case from Amazonia. *Journal of Biogeography*. 13: 133–143.
- ZINA, J. 2010. Estudo comparativo da taxocenose de anuros de quatro Municípios do Lagamar Paulista. *Tese de Doutorado*. São Paulo: Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista.

## APÊNDICES

*Apêndice 1. Lista dos vouchers referentes às espécies registradas através de consultas às coleções científicas e dissertações de mestrado [Ricardo Janini Sawaya, 1999 (1) e Fernanda da Cruz Centeno, 2008 (2)]: Coleção Adolfo Lutz, atualmente depositada no Museu Nacional (ALMN), Coleção Célio F. B. Haddad (CFBH), Coleção Científica do Departamento de Zoologia e Botânica, Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto (DZSJRP), Exemplares anteriormente não numerados depositados na Coleção Adolpho Lutz, atualmente depositada no Museu Nacional (L), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRio) (MNRJ), Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo (MZUSP), Coleção Herpetológica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RU), Coleção da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Museu de História Natural, Universidade Estadual de Campinas (ZUEC-AMP).*

(\*) Citado em Cicchi et al. 2009.

### ***Allobates olfersioides***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (MNRJ 5094); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 475-80); *Açude da Solidão* (DZSJRP 710);

### ***Aparasphenodon brunoi***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 62, RU 104, RU 143-44, RU 3419, RU 3531, RU 4867); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 85-86, ZUEC-AMP 969); *Praia do Grumari* (DZSJRP 1771-72); *Recreio dos Bandeirantes* (ZUEC-AMP 973, ZUEC-AMP 1969, ZUEC-AMP 8167); *Restinga de Grumari* (ZUEC-AMP 2758-61)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – *Praia do Lázaro* (ZUEC-AMP 3924-25)

### ***Aplastodiscus albofrenatus***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 534-35); *Tijuca* (CFBH 6598, ZUEC-AMP 2032); *Pedra da Gávea* (ZUEC-AMP 6798-99)

### ***Aplastodiscus albosignatus***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – *Praia da Sununga* (ZUEC-AMP 2945)

### ***Aplastodiscus arildae***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (UNIRIO 1435)

### ***Aplastodiscus ehrhardti***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – *Picinguaba* (CFBH 1549, CFBH 1914, CFBH 2185)

### ***Aplastodiscus eugenioi***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 40513, MNRJ 48504, MNRJ 48502-03, MNRJ 62324-25, MNRJ 63936-37, RU 6998, RU 6999); *Itaguaí* – Represa Itingussú (RU 4827); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 4827); *Ilha da Marambaia* (RU 78, RU 159, RU 253, RU

3502, RU 3758, RU 4297, RU 5945, RU 5979-81, RU 6210, RU 6667-70, RU 6888-92, RU 6941, RU 6942, RU 6958, RU 6959); Ilha de Itacuruçá (RU 4972, RU 6655, RU 6779-82); *Paraty* (MNRJ 63926-27)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2); *Ubatuba* – Instituto Agrônômico de Campinas (ZUEC-AMP 8998); Picinguaba (CFBH 4285, CFBH 5915, CFBH 6997, CFBH 12806, CFBH 12807, CFBH 13047, CFBH 13048)

***Arcovomer passarellii***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1422, CFBH 1572, CFBH 3928, CFBH 6399, ZUEC-AMP 9174 ZUEC-AMP 9175)

***Bokermannohyla circumdata***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 57161-64); *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (RU 1467, RU 1608); *Paraty* (MNRJ 2406, MNRJ 63114)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Instituto Agrônômico de Campinas (DZSJRP 5826); PESM - Núcleo Santa Virginia (ZUEC-AMP 11401)

***Bokermannohyla hylax***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* (MNRJ 25467-69, 45210)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (1, 2); *São Sebastião* – (CFBH 9753); *Ubatuba* – Instituto Agrônômico de Campinas (ZUEC-AMP 8956); Picinguaba (ZUEC-AMP 11604-07)

***Brachycephalus nodoterga***

SÃO PAULO: *Biritiba Mirim* – Boracéia (CFBH 6211); *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (MNRJ 23633-36, MNRJ 23637, MNRJ 23638-40, MNRJ 23641)

***Brachycephalus didactylus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 49292-99, MNRJ 55475, MNRJ 59361-62); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1432, RU 1505)

***Brachycephalus ephippium***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (MNRJ 17457-58); *Mangaratiba* (MNRJ 578, 2540, MNRJ 3073, MNRJ 11573-82, MNRJ 13261, MNRJ 13264-70, MNRJ 13272); *Rio de Janeiro* (DZSJRP 714-23); Represa Rio Grande (ZUEC-AMP 971)

***Brachycephalus hermogenesi***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Fazenda Capricórnio (ZUEC-AMP 9725); Corcovado (ZUEC-AMP 9716, ZUEC-AMP 9722-24); Picinguaba (ZUEC-AMP 9715, ZUEC-AMP 9717-21)

***Brachycephalus vertebralis***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* (ZUEC-AMP 12236); Pedra Branca (CFBH 3415, MNRJ 11094-096, MNRJ 11098, MNRJ 11100-102, MNRJ 11105-107, MNRJ 11112, MNRJ 11114, MNRJ 11116-118, MNRJ 11120, MNRJ 11122, MNRJ 11123, MNRJ 11125-129, MNRJ 11131, MNRJ 11132)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 8361-63, CFBH 7907-11)

***Ceratophrys aurita***



SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1863)

***Chiasmocleis atlantica***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 5659)

***Chiasmocleis carvalhoi***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (CFBH 5773); Ilha Grande (MNRJ 49303-06, MNRJ 49512-13, MNRJ 51827-55, MNRJ 59157, 59159); *Itaguaí* (CFBH 128); *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 201-02, RU 3501, RU 3608, RU 3652-53, RU 3741, RU 3764, RU 4298, RU 4885-90, RU 4987-89, RU 5021-29, RU 5408-09, RU 6073-74); Ilha de Itacuruçá (RU 6069); RPPN Rio das Pedras (UNIRIO 1034-37, UNIRIO 1476)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2); *Ubatuba* – Ilha Anchieta\*; Picinguaba (CFBH 1057, CFBH 1322, CFBH 1398, CFBH 1571, CFBH 3925, CFBH 4044, CFBH 4262, CFBH 11992-2003, CFBH 12945-60, CFBH 13076-98)

***Chiasmocleis leucosticta***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (ZUEC-AMP 9124)

***Crossodactylus gaudichaudii***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 40604-06, MNRJ 41745-63, RU 486, RU 6996-97, RU 7008); *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 204-05, RU 873, RU 1862-63); *Rio de Janeiro* (ZUEC-AMP 13552-54); Açude da Solidão (ZUEC-AMP 3485-93, ZUEC-AMP 3714); Barra da Tijuca (DZSJRP 462-65, DZSJRP 585); Mata da Tijuca (ZUEC-AMP 6522); Tijuca (ZUEC-AMP 8115-16)

***Cycloramphus aff. eleutherodactylus***

RIO DE JANEIRO: *Itaguaí* – Coroa Grande (RU 6161-68)

***Cycloramphus boraceiensis***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 48118); *Paraty* (CFBH 7793-801; MNRJ 1635, MNRJ 1638); Cunha (MNRJ 45199-205)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2); *São Sebastião* – Barra do Una (CFBH 7658-63, 10934-36, 12108, 12534-35, 12678-81); *Ubatuba* (CFBH 10758-66, CFBH 10801-03, CFBH 11641-43, CFBH 12359, CFBH 12833-34, CFBH 1819, CFBH 2069, CFBH 2253, CFBH 2258, CFBH 3933, CFBH 5757, CFBH 6013, CFBH 7802-21, CFBH 7847-73, CFBH 7978-79, CFBH 7981-8003, CFBH 9017, CFBH 9020-21, ZUEC-AMP 9701); Instituto Agrônômico de Campinas (CFBH 7847-73)

***Cycloramphus dubius***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Praia do Lambertto (ZUEC-AMP 4152-55)

***Cycloramphus eleutherodactylus***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* (MNRio 1648); *Rio de Janeiro* – Tijuca (ZUEC-AMP 2033)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2)

***Cycloramphus fuliginosus***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Serra de Mangaratiba (MNRio 1207, MNRio 1210-11); *Rio de Janeiro* – Tijuca (ZUEC-AMP 2180-84)

***Cycloramphus granulatus***

RIO DE JANEIRO: *Itaguaí* (L 118-119)

***Dendrophryniscus brevipollicatus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha de Itanhangá (RU 7590-94); Ilha Grande (MNRJ 48516-18, MNRJ 52723, MNRJ 57603-05, MNRJ 57799-800, MNRJ 58296-99, MNRJ 58303-05, MNRJ 64647); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1396, RU 1524); Ilha da Marambaia (RU 94, RU 96); RPPN Rio das Pedras (RU 1565, RU 1610, RU 5547-48, RU 5691); *Paraty* (MNRJ 2430, MNRJ 3239, MNRJ 48118); *Rio de Janeiro* – Açude da Solidão (ZUEC-AMP 3715)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (1, 2); *São Sebastião* – PESM - Núcleo São Sebastião (CFBH 12686-96); *Ubatuba* – Corcovado (ZUEC-AMP 12472); Ilha Anchieta\*; Instituto Agrônomo de Campinas (DZSJRP 5752-53); PESM, Núcleo Santa Virginia (CFBH 12699); Pinguaba (CFBH 1389, CFBH 15674-80, CFBH 3952, CFBH 3963, CFBH 4323); Praia Domingos Dias (ZUEC-AMP 1841)

***Dendrophryniscus leucomystax***

SÃO PAULO: *Iguape* – Estação Ecológica Juréia – Itatins (CFBH 12495.0)

***Dendropsophus aff. oliveirai***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 48, RU 59, RU 267, RU 5799); *Rio de Janeiro* – Pedra de Guaratiba (MNRJ 42952-54)

***Dendropsophus anceps***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1811, RU 4828-29)

***Dendropsophus berthaltzae***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (MNRJ 37293-94, MNRJ 39207); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1406, RU 1442, RU 1448, RU 1636, RU 6177-78)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2); *Ubatuba* – Pinguaba (CFBH 13050-56, ZUEC-AMP 9876-77, ZUEC-AMP 14554); Camping Itamambuca (ZUEC-AMP 9876-77)

***Dendropsophus bipunctatus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (MNRJ 37295-97); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1800-07); *Rio de Janeiro* (DZSJRP 113-14)

***Dendropsophus decipiens***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1822, RU 2046-49); Ilha da Marambaia (RU 1327, RU 4872); RPPN Rio das Pedras (RU 5550); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 117)

***Dendropsophus elegans***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (RU 6190); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1808-10); RPPN Rio das Pedras (RU 1472)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Praia do Lázaro (ZUEC-AMP 6870-71); Praia Vermelha (CFBH 10617, CFBH 10645); Saco da Ribeira (ZUEC-AMP 9831-33)

***Dendropsophus giesleri***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (UNIRIO 451)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1393, CFBH 1502, CFBH 1550, CFBH 3969, CFBH 3971, CFBH 4562, CFBH 12980-84)

***Dendropsophus microps***

SÃO PAULO: *São Sebastião* – Guaecá (ZUEC-AMP 12835); *Ubatuba* – Picinguaba (ZUEC-AMP 11572)

***Dendropsophus minutus***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1812-16, RU 5992-96, RU 6173-75)

SÃO PAULO: *São Sebastião* – Barra do Una (CFBH 10953-94-0, CFBH 12536, CFBH 12844); *Ubatuba* (ZUEC-AMP 575-76); Instituto Agronômico de Campinas (CFBH 12629, DZSJRP 5763-66); Praia de Itamambuca (CFBH 10574-90); Praia do Lázaro (ZUEC-AMP 4162); Saco da Ribeira (ZUEC-AMP 9828-30)

***Dendropsophus seniculus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (CFBH 5761); *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (UNIRIO 2545)

***Elachistocleis cesarii***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Instituto Agronômico de Campinas (ZUEC-AMP 9005)

***Elachistocleis ovalis***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Instituto Agronômico de Campinas (CFBH 10907-08)

***Euparkerella brasiliensis***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – Açude da Solidão (ZUEC-AMP 3815-16); Represa Rio Grande (CFBH 253); Tijuca (ZUEC-AMP 2369)

***Flectonotus fissilis***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (MNRJ 1998); *Mangaratiba* (MNRJ 2297, MNRJ 44551); *Paraty* (MNRJ 3119, MNRJ 13421-37)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (1, 2); *São Sebastião* – Morro do Ramalho (23654); *Ubatuba* – Ilha Anchieta\*; Picinguaba (CFBH 4542)

***Flectonotus goeldii***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 95); *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (UNIRIO 358)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Ilha Anchieta\*; Instituto Agronômico de Campinas (CFBH 10909-10); Picinguaba (CFBH 9540); Praia Domingos Dias (ZUEC-AMP 637, ZUEC-AMP 1063)

***Flectonotus ohausi***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras<sup>1</sup>

***Flectonotus* sp.**

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande<sup>2</sup>

***Gastrotheca albolineata***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (UNIRIO 2852)

***Gastrotheca* sp.**

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião<sup>3</sup>

***Haddadus binotatus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 47971, MNRJ 48115-16, MNRJ 48508, MNRJ 48521-23, MNRJ 51815, MNRJ 51856, MNRJ 51859-61, MNRJ 51918-20, MNRJ 51963, MNRJ 51973-75, RU 7013); *Itaguaí* – Represa de Itingussú (RU 6019-20, RU 6022, RU 6071); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1397, RU 1423, RU 1430, RU 1434, RU 1459-60, RU 1468-69, RU 1483-84, RU 1488, RU 1517, RU 1536-39, RU 1555-56, RU 1584, RU 1594, RU 1629-30, RU 2233, RU 2430, RU 2464, RU 3616, RU 3912, RU 5987); Ilha da Marambaia (RU 26, RU 37, RU 58, RU 61, RU 71, RU 76, RU 77, RU 123, RU 184, RU 264, RU 265, RU 868-71, RU 1318, RU 1753, RU 2698, RU 3503, RU 3504, RU 3607, RU 3620, RU 3649, RU 3651, RU 3671, RU 3681, RU 3767-70, RU 3875, RU 3894, RU 4293-94, RU 4876-78, RU 4895-96, RU 5217-18, RU 5406, RU 5929, RU 5930, RU 5944, RU 5977, RU 5978, RU 6945, RU 7177); Ilha de Itacuruçá (RU 3487, RU 3577, RU 3617, RU 3618, RU 3887, RU 5959, RU 5973, RU 6018, RU 6021, RU 6070, RU 6282, RU 6286); Ilha de Jaguanum (RU 3314, RU 3316, RU 3329); RPPN Rio das Pedras (RU 5549, RU 5690); Serra do Piloto (RU 1540-41); *Paulo de Frontin* – Sacra Família do Tinguá (ZUEC-AMP 6519-20); Granja da Asa (ZUEC-AMP 6330); *Rio de Janeiro* (CFBH 1548); Barra da Tijuca (DZSJRP 456, DZSJRP 457, DZSJRP 582)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (1, 2); *Ubatuba* – Fazenda Capricórnio (CFBH 10020); Ilha Anchieta\*; Instituto Agrônômico de Campinas (CFBH 1167); Picinguaba (CFBH 1399, CFBH 1416, CFBH 1657, CFBH 2504, CFBH 3920, CFBH 3941, CFBH 4190, CFBH 10012, CFBH 10021, CFBH 11980-91)

***Hylodes asper***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Bracuí (RU 6205-06); Ilha Grande (<sup>4</sup>); Rio Moela de Macuco (RU 3940-45); *Itaguaí* – Represa de Itingussú (RU 6067, RU 6260-63); *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (RU 3448-51, RU 3933); *Paraty* (CFBH 7940, MNRJ 45183-98)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (MZUSP 1484, MZUSP 9979); *Ubatuba* – Ilha Anchieta\*; Picinguaba (CFBH 1488, 1659, 1672, 1820, 3947, 9743, 11108-22)

***Hylodes fredii***

<sup>1</sup> Citado em Carvalho-e-Silva *et al.* (2008)

<sup>2</sup> Citado em Araújo (2010)

<sup>3</sup> Citado em Izecksohn & Carvalho-e-Silva (2008)

<sup>4</sup> *Hylodes* cf. *asper* depositado na Coleção Herpetológica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (RU).

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 35191-222, 35244-62, 36077, 38936, 51518-20, 62405, 64639, RU 6990)

***Hylodes glaber***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Praia Domingos Dias (ZUEC-AMP 2614-15, 2674)

***Hylodes nasus***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – Açude da Solidão (ZUEC-AMP 3811-12); Barra da Tijuca (DZSJRP 119, 458-60, 581); Floresta da Tijuca (ZUEC-AMP 6523-24, 7099-101, CFBH 280); Tijuca (ZUEC-AMP 8117-24, 15867)

***Hylodes phyllodes***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 206-10, 1751, 2454); RPPN Rio das Pedras (RU 1658, 3932, 5325, 5326); *Paraty* – APA de Cairuçu (RU 458); Praia do Sono (RU 356-57)  
SÃO PAULO: *Ubatuba* (CFBH 12808-17); Ilha Anchieta\*

***Hypsiboas albomarginatus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (CFBH 5772, RU 6196-98); Ilha da Gipóia (RU 7549-51); Ilha de Itanhangá (RU 7563-79); Ilha Grande (MNRJ 48512-13, 60991, 63934-35, RU 5222, 5243); *Itaguaí* – Ilha da Madeira (RU 6297); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1424, RU 1628, RU 1797-99, RU 1819); Ilha da Marambaia (RU 68, RU 101, RU 115-18, RU 170-82, RU 187-90, RU 472, RU 1326, RU 1368, RU 3759, RU 4863, RU 4883, RU 5286-87, RU 6943); Ilha de Itacuruçá (RU 3893, 4961-66); RPPN Rio das Pedras (RU 1526); *Paraty* – Tarituba (CFBH 5065); *Rio de Janeiro* (DZSJRP 115); Bosque da Barra (CFBH 11130-40-0); Tijuca (ZUEC-AMP 8106-10)

SÃO PAULO: *Ilhabela*: Ilha de São Sebastião (2); *São Sebastião* – Gruta do Guaecá (DZSJRP 2673-75); *Ubatuba* (CFBH 12588-89, CFBH 12592-96); Ilha Anchieta (CFBH 9116); Picinguaba (CFBH 1688, CFBH 1706, CFBH 1747, CFBH 2109, CFBH 3935, CFBH 4011, CFBH 5670, CFBH 6594, CFBH 7408-10)

***Hypsiboas faber***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 48114); Bracuí (RU 7072); *Mangaratiba* – Ilha de Itacuruçá (RU 3582, RU 3624, RU 4956-60, RU 6657, RU 6778); RPPN Rio das Pedras (RU 1481-82, RU 1523, RU 1567, RU 5688-89); *Rio de Janeiro* – Floresta da Tijuca (ZUEC-AMP 13445)  
SÃO PAULO: *Ilhabela*: Ilha de São Sebastião (2); *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1746, CFBH 2302, CFBH 5566, CFBH 6393, CFBH 7667, CFBH 12743-46)

***Hypsiboas semilineatus***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 2732, CFBH 2742)

***Ischnocnema bolbodactyla***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* – Tarituba (MNRJ 32702)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1400, CFBH 1509, CFBH 1551, CFBH 3965, CFBH 4322, CFBH 13125, CFBH 13127)

***Ischnocnema cf. erythromera***

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2)

***Ischnocnema guentheri***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 47953, MNRJ 47969-70, MNRJ 47972-74, MNRJ 57085-89, MNRJ 61603-06, MNRJ 62327, MNRJ 62329); Rio Moela de Macuco (RU 3936); *Rio de Janeiro* (CFBH 1545); Barra da Tijuca (DZSJRP 118, DZSJRP 470-74); Tijuca (ZUEC-AMP 8125, ZUEC-AMP 925-27); Represa Rio Grande (ZUEC-AMP 964)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (CFBH 1599); *São Sebastião* – Gruta do Guaecá (DZSJRP 2658-63, DZSJRP 2665-70) Ilha de São Sebastião (CFBH 1599); *Ubatuba* – Instituto Agrônômico de Campinas (CFBH 333); Picinguaba (CFBH 1266, CFBH 1363, CFBH 1501, CFBH 3924, CFBH 12977-79)

***Ischnocnema nasuta***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* (MNRJ 1876, MNRJ 10225-38)

***Ischnocnema octavioi***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 60158); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 587, DZSJRP 889-90); Tijuca (ZUEC-AMP 15302)

***Ischnocnema parva***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 49134, MNRJ 51814, MNRJ 59359-60, MNRJ 64673, MNRJ 66158, RU 7018); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1314, RU 1463-65, RU 1473, RU 1478, RU 1486, RU 1513, RU 1515-16, RU 1542, RU 1552-53, RU 1593, RU 1621, RU 2041, RU 2043-44, RU 2093-94, RU 4832, RU 5312-16); *Paraty* – Estrada para Graúna (CFBH 5785); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 488-92, DZSJRP 583-84); Tijuca (ZUEC-AMP 934-35, ZUEC-AMP 7595-99, ZUEC-AMP 8920)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1268, CFBH 1362, CFBH 3931, CFBH 4191, CFBH 5394, CFBH 5662, CFBH 7921, CFBH 12936-40, CFBH 12942)

***Ischnocnema sp.1***

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2)

***Ischnocnema sp.2***

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2)

***Itapotihyla langsdorffii***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 48119, MNRJ 48511, MNRJ 51571-72, MNRJ 58061-62, RU 3496, RU 5221); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1823); *Paraty* (CFBH 4531, CFBH 5784); *Rio de Janeiro* – Praia do Grumari (DZSJRP 1773-74); Restinga de Grumari (ZUEC-AMP 3255-58)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 12730-31)

***Leptodactylus bokermanni***

SÃO PAULO: *Ubatuba* (CFBH 13651)

***Leptodactylus fuscus***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba*<sup>5</sup>

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Saco da Ribeira (ZUEC-AMP 4362-63)

***Leptodactylus latrans***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (RU 6191); Ilha da Gipóia (RU 7069-70); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1466, RU 1644); Fazenda Ingaíba (RU 1325); Ilha da Marambaia (RU 131-34, RU 138, RU 140-41, RU 155-58, RU 192- 200, RU 350, RU 471, RU 1322, RU 3881, RU 4864, RU 7206); Ilha de Itacuruçá (RU 3576); RPPN Rio das Pedras (RU 5323-24); *Rio de Janeiro* – Bosque da Barra (CFBH 11320)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 11940, CFBH 11942-45, CFBH 12718)

***Leptodactylus marambaiae***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 69, RU 119-22, RU 3535, RU 3569)

***Leptodactylus marmoratus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 42363, MNRJ 42364-81, MNRJ 44626, MNRJ 45791, MNRJ 51865, MNRJ 55735, MNRJ 66242, RU 7019); Ilha da Gipóia (RU 7056-64); Ilha de Itanhangá (RU 7595-96); *Itaguaí* – Represa de Itingussú (RU 5962, RU 6058); Ilha da Madeira (RU 6232, RU 6258-59, RU 6264, RU 6267-68, RU 6270, RU 6275); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1427-28, RU 1433, RU 1452-58, RU 1471, RU 1476-77, RU 1485, RU 1487, RU 1506-09, RU 1511-12, RU 1530-34, RU 1547-51, RU 1585-88, RU 1595-96, RU 1606, RU 1622, RU 1631-32, RU 1650-54, RU 3915-22, RU 4830-31); Fazenda Ingaíba (RU 6179); Ilha da Marambaia (RU 97, RU 99, RU 102, RU 255, RU 259, RU 384-85, RU 5019, RU 5407); Ilha de Itacuruçá (RU 3579, RU 5960-61, RU 5974, RU 6024-35, RU 6215, RU 6290); Ilha de Jaguanum (RU 3313, RU 3320-21, RU 3326, RU 3353-58, RU 3362-65, RU 3372); RPPN Rio das Pedras (RU 5605); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 892-93)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (CFBH 1596, DZSJRP 122-23); *Ubatuba* – Instituto Agrônômico de Campinas (CFBH 1170); Picinguaba (CFBH 1054, CFBH 1264, CFBH 1570, CFBH 3929, CFBH 3950, CFBH 4318, CFBH 6394)

***Leptodactylus spixi***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – (MNRJ 0568, 5708–5709); Fazenda Bom Jardim (RU 2052); RPPN Rio das Pedras (RU 6209, UNIRIO 1045)

***Macrogenioglottus alipioi***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1049, CFBH 1058, CFBH 12719-22, CFBH 13116-18)

***Megaelosia goeldii***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* (WCAB 18529)

***Myersiella microps***

---

<sup>5</sup> Comunicação pessoal (Hélio Ricardo da Silva)

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 44623, MNRJ 47967-68, MNRJ 51816-22, MNRJ 59357-58); *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 3682, RU 5292); Ilha de Itacuruçá (MNRJ 52475); Ilha de Jaguanum (RU 3330-31, RU 3352); *Nova Iguaçu* – Tinguá (DZSJRP 711, ZUEC-AMP 1243, ZUEC-AMP 3471-72)

SÃO PAULO: *São Sebastião* (MNRJ 23664); *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 10804-10)

***Phasmahyla cruzi***

RIO DE JANEIRO: *Itaguaí* – Mazomba (RU 7179); *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (UNIRIO 40, UNIRIO 68, UNIRIO 899, UNIRIO 908, UNIRIO 1118-19, UNIRIO 2234-35)

***Phasmahyla guttata***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – (ALMN 2371); Ilha Grande (MNRJ 2217, MNRJ 53769-70); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 549-51); Floresta da Tijuca (CFBH 6599); Tijuca (ZUEC-AMP 928, ZUEC-AMP 970, ZUEC-AMP 3378-79)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 5704, CFBH 5756, CFBH 6632, CFBH 9058, CFBH 9408, CFBH 9999)

***Phrynomedusa marginata***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* (MNRJ 32861)

***Phyllomedusa burmeisteri***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (RU 5211, UNIRIO 2072, UNIRIO 2560); *Nova Iguaçu* – Tinguá (ZUEC-AMP 2804-06); *Paulo de Frontin* – Sacra Família do Tinguá, Granja da Asa (ZUEC-AMP 8089)

***Phyllomedusa rohdei***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – Bosque da Barra (CFBH 11087-88)

***Physalaemus angrensis***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (MNRJ 35064-66)

***Physalaemus atlanticus***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1503-04, CFBH 1711, CFBH 3208, CFBH 3216, CFBH 6295, CFBH 7917-20, CFBH 9047, CFBH 9050, CFBH 9609, CFBH 9610-15)

***Physalaemus bokermanni***

RIO DE JANEIRO:

***Physalaemus littoralis***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1051, CFBH 1215, CFBH 1265, CFBH 1658)

***Physalaemus maculiventris***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* (MNRJ 12440-59)

***Physalaemus moreirae***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (ZUEC-AMP 11574)

***Physalaemus olfersii***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* (MNRJ 2428)



***Physalaemus signifer***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (RU 6193-95); *Ilha Grande* (MNRJ 49129-33, MNRJ 55734, MNRJ 64649, RU 7000-02); *Mangaratiba* – *Ilha da Marambaia* (RU 872, RU 1323, RU 1861, RU 3876, RU 4884, RU 4897, RU 5020, RU 5216, RU 5289, RU 6207)

***Proceratophrys appendiculata***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (MNRJ 2000) *Mangaratiba* – *Fazenda Bom Jardim* (RU 1435-36, RU 1438, RU 1543, RU 1561, RU 1592, RU 1647-48, RU 2045, RU 2050, RU 2431, RU 2465, RU 3913, RU 6170); *Paraty* (CFBH 1321, MNRJ 2937, MNRJ 10535-44)

SÃO PAULO: *São Sebastião* – PESH - Núcleo São Sebastião (CFBH 12110) *Ubatuba* – *Picinguaba* (CFBH 3949, CFBH 4324, CFBH 5414, CFBH 5660)

***Proceratophrys boiei***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – *Barra da Tijuca* (DZSJRP 467); *Paulo de Frontin* – *Sacra Família do Tinguá*, *Granja da Asa* (ZUEC-AMP 6329)

***Proceratophrys tupinamba***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – *Ilha Grande* (MNRJ 25101-17, MNRJ 38938, MNRJ 40715-16, MNRJ 54541, MNRJ 57245)

***Rhinella cf. margaritifera***

SÃO PAULO: *São Sebastião* – PESH - Núcleo São Sebastião (CFBH 9758-63)

***Rhinella icterica***

RIO DE JANEIRO: *Itaguaí* – *Represa de Itingussú* (RU 6056); *Mangaratiba* – *Fazenda Bom Jardim* (RU 1504, RU 1642); *Ilha de Itacuruçá* (RU 4983, RU 5971-72)

SÃO PAULO: *São Sebastião* – *Barra do Una* (CFBH 7668-69); *Ubatuba* – *Picinguaba* (CFBH 2526)

***Rhinella ornata***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – *Bracuí* (RU 6187, RU 7071, RU 7073-74); *Centro* (RU 6200-01); *Ilha Grande* (MNRJ 55661-62, MNRJ 56170, MNRJ 64650, RU 6971, RU 6974, RU 6975); *Itaguaí* – *Represa de Itingussú* (RU 5956, RU 5963-65, RU 5967-68); *Mangaratiba* – *Fazenda Bom Jardim* (RU 1560, RU 1575-77, RU 1579, RU 1626, RU 5986); *Ilha da Marambaia* (RU 72, RU 81, RU 100, RU 145, RU 160-69, RU 183, RU 467-70, RU 1736, RU 3644-46, RU 3737-39, RU 3760-62, RU 3874, RU 3882, RU 4837-61, RU 4880-82, RU 4891-94, RU 5030, RU 5212-15, RU 5267-76, RU 5928, RU 6816, RU 7078, RU 7175-76); *Ilha de Itacuruçá* (RU 4967-71, 5969, RU 6656); *Paraty* (CFBH 1377, CFBH 5786); *Tarituba* (CFBH 5066)

SÃO PAULO: *São Sebastião* – *Centro de Biologia Marinha-USP* (DZSJRP 667-69); PESH - Núcleo São Sebastião (CFBH 12111, CFBH 12115) *Ubatuba* – *Picinguaba* (CFBH 1056, CFBH 1206, CFBH 1216, CFBH 1225, CFBH 1710, CFBH 1748, CFBH 1774, CFBH 1813, CFBH 3937)

***Rhinella pygmaea***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – *Ilha da Marambaia* (RU 70, RU 751-52, RU 1839, RU 7207)

***Scinax gr. catharinae***

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2)

***Scinax alter***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 27, RU 31-32, RU 44, RU 60, RU 82-86, RU 103, RU 105-14, RU 146-47, RU 254, RU 257-58, RU 351-54, RU 913, RU 1077-83, RU 1752, RU 3676, RU 3765, RU 4868-69); *Paraty* (CFBH 5779)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1250, CFBH 1404, CFBH 1425, CFBH 1542, CFBH 1687, CFBH 1704, CFBH 1717-18, CFBH 1915, ZUEC-AMP 10969)

***Scinax angrensis***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (RU 6199)

SÃO PAULO: *São Sebastião* – Barra do Una (CFBH 9840-46); *Ubatuba* – Praia do Lázaro (ZUEC-AMP 3944-46, ZUEC-AMP 4156, ZUEC-AMP 4552-53)

***Scinax argyreornatus***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1817-18); *Nova Iguaçu* – Tinguá (CFBH 278); *Rio de Janeiro* – Bosque da Barra (CFBH 11332)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1046, CFBH 1050, CFBH 1405, CFBH 1715, CFBH 2067, CFBH 2187, CFBH 3563)

***Scinax cuspidatus***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 6176); Ilha da Marambaia (RU 4870-71); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 116, DZSJRP 502-03); Tijuca (ZUEC-AMP 2229-32)

***Scinax eurydice***

RIO DE JANEIRO: *Paraty* – Estrada para Graúna (CFBH 5781)

***Scinax fuscomarginatus***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Praia do Lázaro (ZUEC-AMP 25-26)

***Scinax fuscovarius***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Instituto Agronômico de Campinas (CFBH 7771-74); Saco da Ribeira (ZUEC-AMP 5879-83)

***Scinax gr. perpusillus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (RU 6948-49); Ilha de Itanhangá (RU 7557-62); Ilha Grande (RU 3742-51); *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 6785, RU 6952); Ilha de Itacuruçá (RU 5998-99, RU 6000-6014); *Paraty* (CFBH 5776, CFBH 5789, CFBH 16727-28)

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2); *São Sebastião* – PESM - Núcleo São Sebastião (CFBH 12116-17); *Ubatuba* (ZUEC-AMP 210, ZUEC-AMP 258, ZUEC-AMP 1027, ZUEC-AMP 1326-28, ZUEC-AMP 1333); Ilha Anchieta\*; Instituto Agronômico de Campinas (CFBH 1237, CFBH 12865-73, CFBH 14497-502)

***Scinax hayii***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (CFBH 5762); *Ilha da Gipóia* (RU 7065-68); *Ilha Grande* (MNRJ 40110, MNRJ 48514-15, MNRJ 51864, MNRJ 64159, RU 7009-12); *Mangaratiba* – RPPN Rio das Pedras (RU 1611); *Paraty* (CFBH 1378, CFBH 5783)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Instituto Agrônômico de Campinas (CFBH 335, DZSJRP 5767-68); *Picinguaba* (CFBH 1386, CFBH 1431, CFBH 1712, CFBH 2184, CFBH 3943, CFBH 3966); *Praia do Lázaro* (CFBH 849)

***Scinax humilis***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (ZUEC-AMP 3508)

SÃO PAULO: *Ubatuba* (CFBH 15014)

***Scinax littoralis***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – *Picinguaba* (CFBH 1048, CFBH 1212, CFBH 1221, CFBH 1387, CFBH 1816, CFBH 2065, CFBH 2104, CFBH 2590, CFBH 3207)

***Scinax perereca***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – *Picinguaba* (CFBH 13640-41)

***Scinax perpusillus***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – Pão de Açúcar (CFBH 5054, RU 6947); Barra da Tijuca (DZSJRP 96, RU 6950-56)

***Scinax rizibilis***

SÃO PAULO: *Ubatuba* – *Picinguaba* (CFBH 13636-39)

***Scinax similis***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 6171-72); *Rio de Janeiro* (DZSJRP 466)

SÃO PAULO: *Ubatuba* (CFBH 5787)

***Scinax trapicheiroi***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – *Ilha Grande* (MNRJ 39202-03, MNRJ 47975, MNRJ 48117, MNRJ 51517, MNRJ 64157-58, RU 6208, RU 7014-16); *Itaguaí* – Represa de Itingussú (RU 6055); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1398-401, RU 1403-05, RU 1407, RU 1409-18, RU 1420-22, RU 1439-41, RU 1443-45, RU 1447, RU 1450-51, RU 1633-35, RU 1825, RU 5988-89); *Ilha da Marambaia* (RU 47, RU 51-56, RU 66, RU 75, RU 124-27, RU 149-51, RU 185-86, RU 203, RU 266, RU 1324, RU 1720, RU 1722, RU 1724-25, RU 3650, RU 4295, RU 4835, RU 4879, RU 5277-78, RU 6944); *Ilha de Itacuruçá* (RU 3572-75, RU 3892, RU 4974-82, RU 5966, RU 6023); RPPN Rio das Pedras (RU 1384, RU 1563-64, RU 1656-57); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 586); Tijuca (ZUEC-AMP 929-33, ZUEC-AMP 995-97, ZUEC-AMP 8111-14)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – *Picinguaba* (CFBH 1661, CFBH 2039-42, CFBH 2103, CFBH 2254, CFBH 3562, CFBH 3922, CFBH 6620, CFBH 12943, CFBH 12972-75)

***Scinax tupinamba***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (MNRJ 53549-56, RU 5990-91); Ilha da Gipóia (MNRJ 53558-62)

***Scinax x-signatus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (RU 6192); *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 29-30, RU 34, RU 43, RU 45, RU 142, RU 355, RU 2466, RU 3604, RU 4898)

***Sphaenorhynchus planicola***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba*<sup>6</sup>

***Stereocyclops parkeri***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1824, RU 2051, RU 3526-27, RU 4833)

***Thoropa lutzi***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – Sumaré (DZSJRP 558)

***Thoropa miliaris***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 45480-99, MNRJ 45519-31, MNRJ 48449-50, MNRJ 51762, MNRJ 51989, RU 485, RU 5432, RU 6976-89); Ilha da Gipóia (RU 7053-54); Ilha de Itanhangá (RU 7580-89); Mambucaba (CFBH 5064); *Itaguaí* – Represa de Itingussú (RU 6059-62, RU 6153-58, RU 6468); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1425, RU 1461-62, RU 1480, RU 1489-90, RU 1571, RU 1643); Fazenda Ingaíba (RU 1846); Ilha da Marambaia (RU 39-42, RU 63-65, RU 67, RU 73-74, RU 79-80, RU 135-37, RU 139, RU 152-54, RU 260-62, RU 1319-21, RU 1737-41, RU 1743, RU 1754, RU 1796, RU 3605-06, RU 3883-84, RU 3895-96, RU 4899, RU 5918-27, RU 6887, RU 6938); Ilha de Itacuruçá (RU 3583, RU 4865, RU 4973, RU 5970, RU 6063-64, RU 6287, RU 6289); Ilha de Jaguanum (RU 3315, RU 3317-19, RU 3322-25, RU 3327-28, RU 3332-48, RU 3361, RU 3368-69); RPPN Rio das Pedras (RU 474-75, RU 1544, RU 5423); *Paraty* (MZUSP 76743-44); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 560-61); Pão de Açúcar (CFBH 5051)

***Thoropa taophora***

SÃO PAULO: *Ilhabela* – Ilha de São Sebastião (2); *Ubatuba* – Ilha Anchieta (CFBH 4902); Praia Domingos Dias (ZUEC-AMP 15915, ZUEC-AMP 16743)

***Trachycephalus mesophaeus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* (MNRJ 1547; RU 3621, RU 3628, RU 3934, RU 5016, RU 6188); Bracuí (RU 7055) Ilha da Gipóia (RU 3869); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 1429, RU 1431, RU 1572-73, RU 4826); *Paraty* (CFBH 5780; MNRJ 1547)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 1435, CFBH 1822, CFBH 3958); Praia do Lázaro (ZUEC-AMP 1725, ZUEC-AMP 1754, ZUEC-AMP 2488\_90, ZUEC-AMP 2493-502, ZUEC-AMP 3510, ZUEC-AMP 3943, ZUEC-AMP 4170)

***Trachycephalus nigromaculatus***

---

<sup>6</sup> Comunicação pessoal (Hélio Ricardo da Silva)

RIO DE JANEIRO: *Itaguaí* – Ilha da Madeira (RU 7528); Paraty (MNRJ 240)

***Vitreorana eurygnatha***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 2201); *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (RU 46); *Rio de Janeiro* (MNRJ 46680)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 3951)

***Vitreorana uranoscopa***

RIO DE JANEIRO: *Mangaratiba* – Ilha da Marambaia (MNRJ 20020); RPPN Rio das Pedras (RU 1527-29, RU 1566); *Rio de Janeiro* – Barra da Tijuca (DZSJRP 493-94, DZSJRP 577-78); Tijuca (ZUEC-AMP 938)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (CFBH 2252)

***Xenohyla truncata***

RIO DE JANEIRO: *Rio de Janeiro* – Restinga da Marambaia (DZSJRP 706-07); Restinga de Grumari (ZUEC-AMP 2762-63)

***Zachaenus parvulus***

RIO DE JANEIRO: *Angra dos Reis* – Ilha Grande (MNRJ 49637-38, MNRJ 50226, MNRJ 59356, MNRJ 64644); *Mangaratiba* – Fazenda Bom Jardim (RU 2038, RU 2210, RU 3525, RU 3914); *Nova Iguaçu* – Tinguá (DZSJRP 712, ZUEC-AMP 2890-91); *Rio de Janeiro* – Açude da Solidão (ZUEC-AMP 3712-13, ZUEC-AMP 3813-14); Tijuca (CFBH 251, ZUEC-AMP 936-37, ZUEC-AMP 8073)

SÃO PAULO: *Ubatuba* – Picinguaba (ZUEC-AMP 9548)

Apêndice 2. Lista dos modos reprodutivos (M) encontrados nas localidades estudadas. Os números entre parênteses representam a riqueza de espécies encontradas. Adaptado de Haddad & Prado (2005).

A - Modos dependentes de corpos d'água

**M1** (16): Ovos depositados em poças. **Espécies:** *Aparasphenodon brunoi*, *Chiasmocleis carvalhoi*, *Dendropsophus aff. oliveirai*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Itapotihyla langsdorffii*, *Proceratophrys boiei*, *Rhinella icterica*, *Rhinella ornata*, *Scinax alter*, *Scinax argyreornatus*, *Scinax cuspidatus*, *Scinax fuscovarius*, *Scinax hayii*, *Scinax x-signatus*, *Stereocyclops parkeri*, *Trachycephalus mesophaeus*.

**M2** (4): Desova realizada em riachos. **Espécies:** *Aplastodiscus eugenioi*, *Proceratophrys tupinamba*, *Scinax aff. catharinae*, *Scinax trapicheiroi*.

**M3** (4): Ovos depositados em câmaras sub-aquáticas em riachos. **Espécies:** *Crossodactylus gaudichaudii*, *Hylodes asper*, *Hylodes fredii*, *Hylodes phyllodes*

**M4** (3): Ovos depositados em “painéis” escavadas no solo argiloso em áreas inundáveis próximas à riachos ou poças. **Espécies:** *Bokermannohyla circumdata*, *Bokermannohyla hylax*, *Hypsiboas faber*.

**M11** (2): Ninhos de espuma depositados em poças. **Espécies:** *Leptodactylus latrans*, *Physalaemus moreirae*.

**M24** (2): Ovos depositados em árvores e arbustos sobre poças. **Espécies:** *Dendropsophus berthaltzae*, *Dendropsophus decipiens*.

**M25** (4): Ovos depositados em árvores e arbustos sobre riachos. **Espécies:** *Phasmahyla cruzi*, *Phasmahyla guttata*, *Vitreorana eurygnatha*, *Vitreorana uranoscopa*.

**M28** (1): Ninho de espuma no chão da floresta em áreas inundáveis próximas a poças. **Espécies:** *Physalaemus signifer*.

**M30** (1): Ovos em ninhos de espuma depositados em câmaras subterrâneas em áreas inundáveis próximas a poças. **Espécies:** *Leptodactylus marambaiae*.

B - Modos independentes de corpos d'água

**M6** (7): Ovos depositados em bromélias ou ocos de árvores. **Espécies:** *Scinax gr. perpusillus Gra*, *Scinax gr. perpusillus ISseb*, *Scinax gr. perpusillus Ita*, *Scinax gr. perpusillus Itm*, *Scinax gr. perpusillus Mar*, *Scinax gr. perpusillus UbaAnc*, *Scinax tupinamba*.

**M8** (1): Ovos depositados em bromélias ou ocos de árvores. **Espécies:** *Dendrophryniscus brevipollicatus*.

**M19** (4): Ovos depositados em rochas úmidas, fendas de rochas ou entre raízes de árvores próximas a filetes de água. **Espécies:** *Cycloramphus boraceiensis*, *Cycloramphus eleutherodactylus*, *Thoropa miliaris*, *Thoropa taophora*.

**M21** (1): Ovos depositados em ninhos no chão da floresta. **Espécies:** *Zachaenus parvulus*.

**M23** (11): Ovos depositados no chão da floresta. **Espécies:** *Brachycephalus nodoterga*, *Brachycephalus didactylus*, *Haddadus binotatus*, *Ischnocnema bolbodactyla*, *Ischnocnema cf. erythromera*, *Ischnocnema guentheri*, *Ischnocnema octavioi*, *Ischnocnema parva*, *Ischnocnema sp.1 (gr. lactea)*, *Ischnocnema sp.2 (gr. lactea)*, *Myersiella microps*.

**M32** (1): Ninho de espuma em câmara subterrânea. **Espécies:** *Leptodactylus marmoratus*.

**M36** (3): Ovos carregados no dorso ou em bolsa da fêmea e posterior desenvolvimento das larvas em bromélias ou ocos de bambus. **Espécies:** *Flectonotus fissilis*, *Flectonotus goeldii*, *Flectonotus sp. (I.Grd)*

**M37** (1): Ovos carregados no dorso ou em bolsa da fêmea. **Espécies:** *Gastrotheca sp.*

#### *Modos reprodutivos observados exclusivamente no continente*

**M5** (4): Ovos depositados em ninhos subterrâneos que sofrem posterior inundação para liberação das larvas em poças ou riachos. **Espécie:** *Aplastodiscus albofrenatus*, *A. albosignatus*, *A. arildae* e *A. ehrhardti*.

**M10** (1): Ovos depositados em ninho de bolhas na superfície de poças. **Espécie:** *Chiasmocleis leucosticta*.

**M14** (1): Ninho de espuma depositado em axilas foliares de bromélias e posterior desenvolvimento de larvas em poças. **Espécie:** *Physalaemus spiniger*.

**M20** (1): Ovos depositados em ninhos terrestres de onde as larvas são transportadas pelos adultos até poças ou pequenos riachos. **Espécie:** *Allobates olfersioides*.

**M27** (1): Ovos depositados no alto de árvores em locais como bromélias epífitas. Dos ovos saem miniaturas dos adultos, sem passar pelo estágio larvar. **Espécie:** *Ischnocnema nasuta*.

Apêndice 3. Matriz de presença (1) e ausência (0) das espécies nas ilhas estudadas para análise de aninhamento, através da métrica NODF (Almeida-Neto et al. 2008). Ordenação feita de acordo com a área das ilhas.

Espécie / Ilha	SAO	GRD	MAR	ITA	ANC	GIP	JAG	ITN	Total
<i>Leptodactylus marmoratus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	8
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	7
<i>Haddadus binotatus</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	6
<i>Thoropa miliaris</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	6
<i>Leptodactylus latrans</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	6
<i>Myersiella microps</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	6
<i>Dendrophryniscus brevipollicatus</i>	1	1	1	0	1	0	0	1	5
<i>Rhinella ornata</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	5
<i>Chiasmocleis carvalhoi</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	5
<i>Aplastodiscus eugenioi</i>	1	1	1	1	0	0	0	0	4
<i>Scinax hayii</i>	1	1	0	0	1	1	0	0	4
<i>Ischnocnema parva</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	3
<i>Hypsiboas faber</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	3
<i>Scinax trapicheiroi</i>	0	1	1	1	0	0	0	0	3
<i>Hylodes asper</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	3
<i>Hylodes phyllodes</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	3
<i>Ischnocnema guentheri</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Vitreorana eurygnatha</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Cycloramphus boraceiensis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Thoropa taophora</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Flectonotus fissilis</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Crossodactylus gaudichaudii</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Phasmahyla cruzi</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Scinax fuscovarius</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Physalaemus signifer</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Brachycephalus didactylus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Brachycephalus nodoterga</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ischnocnema bolbodactyla</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Ischnocnema cf. erythromera</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ischnocnema octavioi</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ischnocnema sp.1 (gr. lactea)</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ischnocnema sp.2 (gr. lactea)</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhinella icterica</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Rhinella pygmaea</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Vitreorana uranoscopa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cycloramphus eleutherodactylus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Proceratophrys boiei</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Proceratophrys tupinamba</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Zachaenus parvulus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Flectonotus goeldii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Flectonotus sp. (I.Grd)</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gastrotheca sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aparasphenodon brunoii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Bokermannohyla circumdata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Bokermannohyla hylax</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1



<b>Espécie / Ilha</b>	<b>SAO</b>	<b>GRD</b>	<b>MAR</b>	<b>ITA</b>	<b>ANC</b>	<b>GIP</b>	<b>JAG</b>	<b>ITN</b>	<b>Total</b>
<i>Dendropsophus aff. oliveirai</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dendropsophus decipiens</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax aff. catharinae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax alter</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax argyreornatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax cuspidatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax gr. perpusillus Gra</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax gr. perpusillus ISseb</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax gr. perpusillus Ita</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Scinax gr. perpusillus Itn</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Scinax gr. perpusillus Mar</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Scinax gr. perpusillus UbaAnc</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Scinax tupinamba</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Scinax x-signatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Xenohyla truncata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Hylodes fredii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Physalaemus moreirae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Leptodactylus marambaiae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Stereocyclops parkeri</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>348,3</b>	<b>193,0</b>	<b>42,0</b>	<b>9,9</b>	<b>8,3</b>	<b>6,0</b>	<b>2,5</b>	<b>0,3</b>	