
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**Estudo comparativo da taxocenose de anuros de quatro
Municípios do Lagamar Paulista**

Juliana Zina Pereira Ramos

Tese apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Câmpus de Rio
Claro, Universidade Estadual
Paulista, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor
em Zoologia.

Janeiro- 2010

Juliana Zina Pereira Ramos

Estudo comparativo da taxocenose de anuros de quatro
Municípios do Lagamar Paulista

Tese apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Doutor em Ciências Biológicas (Área de
Concentração: Zoologia).

Orientador: Célio F. B. Haddad

Co-orientadora: Cynthia Peralta de Almeida Prado

Rio Claro
Janeiro/ 2010

Juliana Zina Pereira Ramos

Estudo comparativo da taxocenose de anuros de quatro
Municípios do Lagamar Paulista

Tese apresentada ao Instituto de
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Doutor em Ciências Biológicas (Área de
Concentração: Zoologia).

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Célio F. B. Haddad

Profa. Dra. Cinthia Aguirre Brasileiro

Profa. Dra. Denise de Cerqueira Rossa Feres

Dr. João Miguel de Barros Alexandrino

Prof. Dr. Hélio Ricardo da Silva

Rio Claro, 18 de janeiro de 2010

Agradecimentos

Este trabalho só se concretizou graças ao auxílio e colaboração de diversas pessoas, tantas que se eu colocasse o nome de todos aqui o “agradecimentos” iria ser maior que a própria tese. Assim, de maneira resumida, sem muitos comentários individuais, tentarei expor minha gratidão a todos, tentando não esquecer de ninguém, embora essa tarefa seja quase impossível, considerando-se quem está escrevendo e a quantidade de pessoas que fizeram esta tese possível. Peço desculpas às pessoas não mencionadas aqui, procurem-me depois que eu paguarei um café e ficará tudo certo.

Aos meus pais (Neife Zina e Antônio Delano Pereira Ramos) pelo apoio incondicional, pelo auxílio estudantil e pela minha formação como pessoa sem a qual eu nunca teria chegado onde cheguei. À minha irmã, Mariana, por ser minha melhor amiga, pela força e pelo exemplo que sempre será para mim.

Aos meus orientadores desde a graduação, Célio Haddad e Cynthia Prado, que não poderiam ser melhores exemplos de pesquisadores, professores e profissionais éticos. À vocês, mais que todos, meu muito obrigada e a promessa de que eu sempre tentarei seguir os seus passos.

À Kelly Zamudio e Harry Greene, muito obrigada pela força, hospedagem e por dividirem comigo lições acadêmicas e de vida que levarei sempre comigo. Não tenho palavras para agradecer a tudo que fizeram por mim.

Aos amigos de laboratório (em ordem alfabética): André, Ariadne, Azeitona, Berne, Bianca, Clarissa, Cynthia Prado, Cinthia Brasileiro, Daniel, Dina, Francisco, Gal, Ingrid, João Alexandrino, João (Kiwi), Julian, Luis Giasson, Miagui, Nadia, Olívia, Quase Nada, Ricardo Ribeiro, Teresa, Tiago Gomes, Vanessa e Victor Dill.

To Cornell's friends: Rita, Angie, Rayna, Guillermo, Jonathan, Adriana, Anna, Elizabeth, Mike, Iris, Valorie, Sarah, Guilherme, Mônica, Riley, and Chico. Thank you for the sharing experiences and for the help. You will be forever in my heart.

A todos que me auxiliaram em campo Sarah Pinheiro (Tata), Fábio Perin (Quase-Nada), Gustavo Verna, Cláudio e Selmo Bernardo, Thaís, Crislei, Ariadne, Seu Tato e André Teixeira da Silva.

À TT pelo auxílio na parte analítica e pela companhia em Ithaca.

À Sarah (Tata) por mais uma vez me ajudar em tantos aspectos, pessoais e profissionais, que nem saberia como retribuir.

Ao meu carro (bewe), pelas paradas na estrada (doces lembranças do guincho da Autoban) e por aguentar firme (ou quase) tudo que eu te fiz passar ao longo desses anos.

Aos caminhoneiros e motoristas da Régis Bittencourt por me ajudarem a ser uma boa e educada motorista.

Ao meu cachorro, Luke Skywalker, pela cumplicidade, pelo amor e por não fazer uso de seus poderes para o mal. Ao Ezequiel, esquilinho satânico, que sempre estará presente em minhas lembranças mais doces.

Ao pessoal do Ipec, funcionários do Instituto Florestal e seguranças da Capital (em especial Congo, Zé e César), obrigada pelas conversas e por me aturarem sempre enlouquecida com zilhões de saquinhos espalhados pelo alojamento, galochas molhadas e aroma agradável de brejo.

Aos pernilongos, borrachudos, porvinhas, carrapados e outros “amiguinhos” da restinga, por me deixarem com sangue o suficiente para voltar para Rio Claro.

Aos meu amigos: Fernandinha, Sarah, Julia, Jaque, Nayla, Ana, Ives, Marco, Maína, Jú Parati, Débora Yamane, Carlos Pássaro, dentre outros (olha o cafezinho aqui), pelas alegrias, dias de princesa, devaneios, tristezas e momentos produtivos e vegetativos divididos.

Aos companheiros de faculdade, funcionários da Unesp e professores, provas incontestáveis da fé em um futuro melhor.

Ao meu companheiro de vida, meu amigo e amor, André Teixeira da Silva, desculpe-me pelas minhas ausências, meu mau humor, minhas carências, crises e lapsos e obrigada por toda a compreensão, o carinho e o apoio. Sua fé em mim me fez superar limites que eu nem sabia que seria capaz.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio concedido (processo nº 06/55482-6) e Ibama pelas licenças de coleta (nº 12761 e 13741).

“Confusão é o nome que inventámos para uma ordem que não compreendemos”.

Henry Miller

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO	3
LOCAIS DE ESTUDO.....	7
OBJETIVOS.....	13
REFERÊNCIAS	15
CAPÍTULO 1- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE COMUNIDADES DE ANUROS DO LAGAMAR PAULISTA.....	21
RESUMO	22
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO.....	24
LOCAIS DE ESTUDO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS	26
<i>Coleta de dados</i>	26
<i>Análises estatísticas</i>	27
RESULTADOS	28
<i>Composição de espécies</i>	28
<i>Abundância</i>	29
<i>Distribuição espacial e modos reprodutivos</i>	30
<i>Distribuição temporal</i>	33
DISCUSSÃO.....	34
<i>Abundância</i>	35
<i>Distribuição espacial e modos reprodutivos</i>	36
<i>Distribuição temporal</i>	39
REFERÊNCIAS	41
CAPÍTULO 2- ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE ANUROS (AMPHIBIA) DO LAGAMAR PAULISTA	59
RESUMO	60
ABSTRACT	61
INTRODUÇÃO.....	62
LOCAIS DE ESTUDO.....	64
MATERIAL E MÉTODOS	64
<i>Coleta de dados</i>	64
<i>Análises estatísticas</i>	65
RESULTADOS	67
DISCUSSÃO.....	69
REFERÊNCIAS	74
CAPÍTULO 3- ESTRUTURA DE POPULAÇÕES DE ANUROS (AMPHIBIA) DO LAGAMAR PAULISTA	89
RESUMO	90
ABSTRACT	91
INTRODUÇÃO.....	92

MATERIAL E MÉTODOS	94
<i>Áreas de estudo e coleta de amostras</i>	94
<i>Análises moleculares</i>	95
<i>Diversidade molecular e processos demográficos históricos</i>	96
RESULTADOS	98
<i>Rhinella ornata</i>	98
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>	99
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	100
<i>Scinax sp. 1 (aff. alter)</i>	100
<i>Haddadus binotatus</i>	101
DISCUSSÃO	102
<i>Rhinella ornata</i>	103
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>	104
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	105
<i>Scinax sp. 1 (aff. alter)</i>	106
<i>Haddadus binotatus</i>	106
REFERÊNCIAS	112
APÊNDICE.....	133

Resumo

Durante o período de fevereiro de 2007 a janeiro de 2009, foram estudadas as taxocenoses de anuros de quatro Municípios do Lagamar Paulista, litoral sul do Estado de São Paulo, um complexo estuarino-lagunar caracterizado por três ilhas continentais e porções continentais adjacentes a estas ilhas. Com o objetivo de inventariar as comunidades de anuros da costa (Iguape e Pariquera-Açu) e das ilhas (Ilha de Cananéia, Ilha do Cardoso e Ilha Comprida) e revelar padrões de diversidade e similaridade faunística, foram realizadas campanhas mensais com duração de três a quatro dias consecutivos nos quais as espécies de anuros foram registradas através do uso de duas metodologias complementares (armadilhas de interceptação e queda e procura ativa). Os resultados obtidos através da análise dos dados de composição comparada de espécies revelaram que as comunidades estudadas estão estruturadas. As comunidades das ilhas de Cananéia e Comprida apresentaram um alto grau de similaridade em diversidade de espécies. O mesmo pode ser dito para Pariquera-Açu em relação à Iguape. A análise molecular da estrutura de populações de cinco espécies de anuros ocorrentes nos cinco locais estudados [*Rhinella ornata*, *Dendrophryniscus leucomystax*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) e *Haddadus binotatus*] revelou padrões diferenciados de estrutura e diferentes cenários de formação destas populações. Mecanismos pretéritos relacionados à colonização das ilhas por espécies de anuros, bem como características intrínsecas das espécies colonizadoras podem ter sido os maiores responsáveis pelos padrões de estrutura de comunidades e estruturas populacionais observados para os locais estudados. O presente estudo evidencia a importância de estudos multidisciplinares para a compreensão da estrutura e evolução de populações e comunidades de anuros.

Palavras-chave: Estrutura de populações, Estrutura de comunidades, Anura, Lagamar.

Abstract

From February 2007 to January 2009 we studied the anuran taxocenosis of four municipalities of an estuary-lagoon complex in the south coast of São Paulo State (Lagamar) composed by three continental Islands and continental areas adjacent to these Islands. In order to survey the anuran communities from the continental areas (Iguape Pariquera-Açu) and Islands (Cananéia, Cardoso, and Comprida), and to determine patterns of diversity and faunal similarity we conducted monthly surveys lasting three to four days each in which anuran species were registered through two complementary methods (pitfall traps with drift fences and active search). The species composition analysis revealed that the anuran communities of the Lagamar are structured. Anuran communities from Cananéia and Comprida Island, as well as Pariquera-Açu and Iguape, were more similar regarding species composition. The analysis of molecular diversity patterns of five species shared among the studied areas [*Rhinella ornata*, *Dendrophryniscus leucomystax*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*), and *Haddadus binotatus*] revealed different structural patterns and historical scenarios of populations arrangements. Historical mechanisms related to island colonization by some anuran species as well as intrinsic characteristics of these species may account for contemporary patterns of community and population structure. The present study reinforces the importance of interdisciplinary studies for the comprehension of population and community structure and evolution.

Keywords: Population structure, Community structure, Anuran, Lagamar.

Introdução

Atualmente são conhecidas cerca de 5680 espécies de anuros no mundo (FROST, 2009). O Brasil contribui com cerca de 849 espécies descritas até o momento (SBH, 2009), com muitas outras em processo de descrição.

Ainda que de forma incipiente, dada a grande diversidade do grupo, a quantidade de estudos em comunidade de anuros no Brasil vem aumentando ao longo dos anos (ver BRASILEIRO et al., 2005; PRADO et al., 2005; ZINA et al., 2007; SANTOS et al., 2009). Poucos estudos, no entanto, são focados na maneira como a comunidade está organizada e quais foram os processos responsáveis pela estrutura observada (ver ZIMMERMAN & SIMBERLOFF, 1996; ETEROVICH & BARROS, 2003; AFONSO & ETEROVICH, 2007).

A análise de aspectos como: abundância de indivíduos, distribuição etária e distribuição espacial e temporal dos indivíduos pode fornecer dados sobre a estrutura ecológica de uma população (ver MOREIRA & LIMA, 1991; DONNELLY, 1999; SILVA et al., 2005; ZINA & HADDAD, 2007). Dado que a estrutura de uma comunidade é avaliada através da soma de processos populacionais (RICKLEFS, 1993), a análise dos parâmetros acima mencionados pode revelar padrões ecológicos espaço-temporais passíveis de serem relacionados a diferentes processos ecológicos e geográficos, responsáveis pela estrutura vigente de uma comunidade (e.g., GAINSBURY & COLLI, 2003).

Predação e competição são considerados processos importantes responsáveis pela estrutura das comunidades (ver HEYER et al., 1975; MORIN, 1983; KATZ et al., 1988).

A predação mostra-se importante na medida em que pode alterar densidades populacionais, permitindo ou não que uma determinada espécie se estabeleça em um determinado local (MORIN, 1983). Existe um balanço entre a competição e a predação, de modo que um não pode ser analisado fora do contexto do outro; no entanto comumente estes processos são analisados separadamente. A presença de um dado predador pode permitir que determinadas espécies possam coexistir dentro de uma densidade aceitável, de forma que ambas não sofram efeitos acentuados de competição como a escassez de recursos (MORIN, 1983). Por outro lado, em

ambientes livres de predação, a competição por alimento pode ser intensa e exercer maior controle sobre o recrutamento (SMITH, 1983). A presença de predadores pode ter efeito positivo para determinadas espécies na medida em que predam espécies competitivamente superiores (MORIN, 1981; 1983). É preciso considerar ainda que existem mecanismos intrínsecos dos organismos, comportamentais por exemplo, que podem amenizar os impactos da predação, e ecológicos que amenizam os efeitos da competição (e.g. partilha de recursos). Na Amazônia Peruana, espécies de anuros que se reproduzem em ambientes permanentes passam a utilizar ambientes temporários para a reprodução, assim que estes se tornam disponíveis (AICHINGER, 1987). A pressão de predação possivelmente age sobre este comportamento, já que em ambientes efêmeros há, costumeiramente, menos predadores quando comparado a ambientes permanentes (KATZ et al., 1988).

A partilha de recursos, definida por Schoener (1965) como a maneira pela qual as espécies se diferenciam no uso dos recursos, pode ocorrer em diferentes níveis entre os anuros: partilha espacial, temporal e acústica, dentre outras (ver CARDOSO & HADDAD, 1992; HADDAD & SAZIMA, 1992; ZINA et al., 2007). Embora seja recorrente a idéia que este tipo de segregação ambiental é resultado da competição entre as espécies, Toft (1985) acrescenta que a competição é apenas uma das forças causais que possivelmente atuaram na evolução da partilha, sendo que restrições fisiológicas, morfológicas e predação correspondem a forças igualmente importantes.

A competição é de difícil demonstração e o entendimento da dinâmica da competição e seu efeito na comunidade como um todo permanece obscuro. Em ambientes tropicais, onde há uma grande disponibilidade de recursos, a competição pode ser ainda mais difícil de ser mensurada e muitas vezes não é considerada como força modeladora da estrutura atual em comunidades de anuros (ver ZIMMERMAN & SIMBERLOFF, 1996; ETEROVICK & BARROS, 2003; AFONSO & ETEROVICK, 2007). Na tentativa de se entender até que ponto a competição pode ser considerada como responsável pela estrutura de comunidades, surgiram, ao longo dos anos, três correntes ecológicas teóricas: 1- Teoria da demanda conflitante (trade-off theory) (TILMAN, 1976; CHASESSON, 1986), 2- Teoria neutra (neutrality theory) (HUBBLE 2001; BELLS, 2001) e 3- Teoria de nicho estocástico (TILMAN, 2004). A teoria da

demanda conflitante prediz que a competição por recursos é a principal força modeladora responsável pelos padrões de distribuição de espécies no ambiente. De acordo com esta teoria, a heterogeneidade ambiental permite a coexistência de um número infinito de espécies, desde que estas se diferenciem na intensidade do uso de recursos. A teoria da neutralidade assume que uma grande diversidade de espécies pode ser resultado de um balanço entre especiação e extinções estocásticas, causadas por desvios aleatórios no tamanho populacional. De acordo com esta teoria, a raridade de espécies ou a sua abundância não podem ser explicadas por determinadas características destas espécies ou de seus competidores e sim por desvios estocásticos no tamanho populacional de espécies competidoras idênticas. A partir dessa teoria criou-se uma dicotomia nos estudos em comunidade, de uma lado os processos determinísticos (teoria da demanda conflitante) e de outro processos estocásticos como modeladores da estrutura de comunidades (teoria neutra). A teoria de nicho estocástico modifica a teoria de demanda conflitante acrescentando a ela processos estocásticos (aqueles nos quais se baseia a teoria neutra) (TILMAN, 2004).

Ambientes insulares são ideais para elaboração de teorias no tocante a estrutura de comunidades, visto que representam ambientes fechados cuja a origem é temporalmente conhecida (DIAMOND, 1975a;b; LOMOLINO, 1996; LEIBOLD & MIKKELSON, 2002). Estudando a avifauna de diferentes ilhas da Nova Guiné, Diamond (1975b) observou que ambientes diferentes, porém adjacentes, podem diferir em termos de composição de espécies, mesmo na ausência de barreiras físicas que pudessem impedir o deslocamento dos indivíduos. Outra observação realizada pelo mesmo autor, no mesmo local, é que a estrutura de comunidades pode diferir mesmo que estes ambientes sejam semelhantes. Com este conjunto de observações, Diamond (1975a) elaborou a teoria das “regras de comunidades” (assemblage rules), baseada em regras de interação entre espécies, cuja hipótese central é de que a competição é a força estrutural mais importante na composição da avifauna de ilhas, dado um conjunto de espécies possíveis de colonizá-las. A probabilidade de incidência de uma dada combinação tem uma clara relação empírica com a qualidade das espécies que a compõem, sendo a competição a principal força responsável pela estrutura das comunidades.

Além da competição, outros fatores também são levado em conta por Diamond (1975b), como tamanho das ilhas, requisitos de habitats de cada espécie, capacidade de dispersão destas e estratégias de exploração. Assim, existe uma combinação ótima que obedece as leis de comunidade. Esta teoria é baseada em princípios presentes na teoria de ilhas de MacArthur & Wilson (1967), como tamanho da ilha, distância do continente e equilíbrio entre taxas de colonização e extinção.

Atualmente não apenas a competição e predação como também eventos geográficos históricos e restrições filogenéticas estão sendo considerados como fatores importantes na determinação da riqueza e da abundância de espécies (BROOKS & MC LENNAN, 1993; CADLE & GREENE, 1993).

A região costeira do Brasil é caracterizada, de maneira geral, por pequenos fragmentos de restinga separados por regiões antropizadas (ROCHA et al., 2004). A região onde foi realizado o presente trabalho é considerada atualmente como área prioritária de estudos em fauna e flora, por se tratar de uma das últimas áreas de Mata Atlântica contínua do litoral paulista (SOS MATA ATLÂNTICA, 2009).

O Estado de São Paulo possui 106 ilhas isoladas do continente por distâncias que variam de poucos metros até mais de 38 km (ÂNGELO, 1989). Embora o número de ilhas seja elevado, faltam estudos de base que determinem a composição faunística de cada localidade e sem estes estudos é impossível determinar a estrutura de comunidades e fazer inferências biogeográficas e filogenéticas que a expliquem. Os anuros, devido a restrições fisiológicas e morfológicas, correspondem a um grupo muito interessante em termos biogeográficos e estudos de comunidade poderão futuramente servir de modelos para determinação de padrões ecológicos e filogeográficos.

Apesar da falta de conhecimento biológico, a geologia das ilhas continentais do litoral sul brasileiro tem sido bem estudada. As mudanças no nível do mar durante o Quaternário são apontadas como responsáveis pelo delineamento atual da planície costeira do Brasil (MARTINS & SUGUIO, 1989). As evidências de tais mudanças e o período que as mesmas ocorreram têm sido obtidos pelos geólogos basicamente através de três metodologias: 1. datação por radiocarbono dos depósitos marinhos do Quaternário; 2. evidências biológicas (presença de espécies de gastrópodos, incrustações de ostras e corais e marcas de incrustações de ouriços do mar, situados

abaixo da zona de vida destes animais no presente); e 3. presença de evidências pré-históricas (na região do lagamar paulista existe uma série de registros de sambaquis, construções com rochas, pedras e conchas por paleo-índios, situadas, em sua maioria, a mais de 30 km da costa, o que evidencia, pela presença de conchas de animais marinhos, que o litoral era mais próximo a estas áreas do que é hoje; Martins & Suguio, 1989).

Atualmente, novas metodologias estão disponíveis; por exemplo, ferramentas moleculares, que quando aplicadas em estudos com fauna insulares e continentais podem ser úteis para a compreensão de mudanças ocorridas no passado e suas conseqüências atuais (ver SEPPA & LAURILA, 1999; GRAZZIOTINI et al. 2006; MARTINÉZ-SOLANO, 2007; 2009).

Locais de estudo

O presente estudo foi realizado em quatro municípios do Lagamar Paulista: Cananéia, Iguape, Pariqueira-Açu e Ilha Comprida (Figura 1). O Lagamar Paulista é uma denominação popular para a região litorânea e continental próxima ao estuário de Iguape-Cananéia (MAGALHÃES, 2003). Segundo Miranda et al. (2002), esses complexos estuarianos-lagunares são "ambientes costeiros amplos de planície costeira que se compõem de uma rede de canais interligados entre si e com o oceano, recebendo descarga fluvial de numerosas fontes". As Ilhas componentes deste complexo são denominadas de ilhas continentais e de barreira, pois de acordo com a definição de Suguio (1992), são próximas e geologicamente relacionadas ao continente tendo sido formadas por deriva litorânea de sedimentos (ilhas barreira) ou por flutuações no nível do mar (MARTIN & SUGUIO, 1978; SUGUIO et al., 2003; WATANABE et al., 1997).

A vegetação característica do complexo é a de restinga. Este tipo de vegetação, inserida no domínio da Mata Atlântica, cobre aproximadamente 80% da costa brasileira e corresponde a um complexo de diferentes comunidades vegetais que compreende desde formações arbóreas em áreas abertas até formações em áreas fechadas e sombreadas (referências em PIRES, 2006). A ausência de dados ecológicos e fisionômicos de diversos trechos do litoral brasileiro e a falta de consenso sobre o que

constitui a vegetação sobre as planícies costeiras arenosas são as maiores dificuldades na determinação de um sistema de classificação dos tipos vegetacionais que seja adequado para toda a costa (MARTINS et al., 2008). De maneira geral, a restinga é caracterizada por ambientes relativamente inóspitos, com altas temperaturas e insolação, pouca disponibilidade de água, alta salinidade e solos arenosos tipicamente recobertos por vegetação arbustiva e xerófila (ZALUAR & SCARANO, 2000; SCARANO, 2002). Uma característica comum a todas as áreas de restinga do Brasil é a presença e representatividade da família Bromeliaceae (FREITAS et al., 2000; COGLIATTI-CARVALHO et al., 2001). Nestes ambientes, estas plantas desempenham um papel fundamental para o estabelecimento de outras espécies de plantas, além de prover recursos a diversas espécies animais (ver ROCHA et al., 2004).

A seguir a descrição mais detalhada de cada local aqui estudado:

1- Município de Cananéia- possui duas ilhas continentais (Ilha de Cananéia e Ilha do Cardoso) e uma porção continental.

1.1 Ilha de Cananéia (47°53'16,49"W; 24°55'59,80"S; altitude = 0- 137 m a.n.m.) (Figura 1): possui uma área aproximada de 125 km² e, devido a fatores históricos de colonização, esta ilha apresenta apenas pequenas porções de Mata Atlântica e restinga em bom estado de conservação. Separa-se do continente pelo Mar de Cubatão e da Ilha Comprida pelo Mar de Cananéia (Figura 2) e é caracterizada pela presença de depósitos pleistocênicos (Formação Cananéia) e holocênicos. É considerada como ilha barreira devido à origem: a partir de deposição de sedimentos em processos transgressivos e regressivos ocorridos durante o Quaternário (ver definição em SUGUIO, 1992). De acordo com Suguio et al. (1987) existe, abaixo do Mar de Cananéia, uma superfície de rocha contínua (Lage do Argolão) interligando a Ilha de Cananéia (Morro São João) e a Ilha Comprida (Morretes) que, supostamente, deveriam fazer parte de um corpo único, maior, em períodos anteriores às oscilações marinhas do Quaternário. A distância entre a Ilha de Cananéia e a porção continental adjacente (Cananéia) varia de 300 m a 1 km, sendo estas medidas

equivalentes à distância entre a Ilha de Cananéia e a Ilha Comprida. Em relação à Ilha do Cardoso distancia-se de 2 a 3 km.

- 1.2 Ilha do Cardoso (48°05'42"W; 25°03'05"S; altitude = 0-900 m a.n.m.) (Figura 1) possui uma área de 136 km² e é considerada como uma das principais áreas de proteção do complexo (Magalhães, 2003). É separada do continente pelo Mar de Itapitanguí (ao norte) (Estado de São Paulo) e pelo Mar de Ararapira (ao sul) (Estado do Paraná) (Figura 2) e caracteriza-se por depósitos pleistocênios (Formação Cananéia) e Holocênios, sendo que grande parte da ilha é constituída por uma serra formada por rochas pré-cambrianas (Formação Pariquera-Açu) (Suguió & Tessler, 1992). O presente estudo foi realizado na porção norte da ilha onde se encontra o Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC) (Figura 1). Sua distância ao continente (Cananéia-SP e Guaraqueçaba-PR) varia de 200 m a 1 km. A distância entre a Ilha do Cardoso e a Ilha de Comprida é de aproximadamente 1,5 km.
- 2- O Município de Ilha Comprida (25°00'19"S; 47°52'18,7"W; altitude = 0-10 m a.n.m.) (Figura 1) conta com uma área total de 189 km², sendo que grande parte de sua área de restinga foi desmatada devido a especulação imobiliária. É separada do continente pelo canal estuarino conhecido como Mar Pequeno (MAGALHÃES, 2003) e da Ilha de Cananéia pelo Mar de Cananéia (Figura 2). Assim como a Ilha de Cananéia, esta ilha é tipicamente de barreira formada por depósitos pleistocênios (Formação Cananéia) e holocênios (SUGUIÓ et al., 2003). A distância entre a Ilha Comprida e o continente (Cananéia e Iguape) varia de 400 m a 1 km.
- 3- No Município de Pariquera-Açu este estudo foi conduzido no Parque Estadual da Campina do Encantado (PECE) (24°38'44.8"S; 47°48'39.9"W; altitude = 18 m a.n.m.) (Figura 1). O parque possui uma área de 23,59 km² com áreas de restinga em bom estado de conservação (MAGALHÃES, 2003). As florestas do PECE possuem diferentes fisionomias e estruturas, associadas principalmente ao tipo de solo e às influências hídricas. De modo contrário ao seu entorno, suas florestas permanecem, ainda hoje, bem conservadas em função dos alagamentos periódicos a que estão sujeitas, praticamente impossibilitando o

uso das terras para a moradia e para atividades agrícolas (SÃO PAULO, 1998). O PECE representa hoje uma das maiores áreas de floresta contínua em bom estado de conservação sobre planícies alagáveis do litoral sudeste do Brasil.

- 4- O Município de Iguape conta com uma área de 1981 km², sendo que grande parte da vegetação original do Município encontra-se em manchas isoladas de restinga (MAGALHÃES, 2003). Entre os anos de 1827 e 1852 foi construído um canal conectando o rio Ribeira do Iguape ao Mar Pequeno, chamado de Valo Grande, cujo objetivo era o de escoar a produção de arroz do Município. Originalmente este canal possuía 4 m de largura e 2 m de profundidade (Geobrás, 1966). Atualmente, devido a pouca resistividade do solo e erosões contínuas após enchentes, suas dimensões ultrapassaram 250 m de largura e cerca de 70% da carga de material e água doce do Rio Ribeira de Iguape deságua no sistema (FREITAS, 2005). Embora o Município de Iguape esteja atualmente ilhado (pelo canal estuarino, rio Ribeira do Iguape e Valo Grande), foi aqui considerado como porção continental devido a história recente de isolamento da área. O presente estudo foi realizado no interior da Escola Agrícola Engenheiro Narciso de Medeiros (47°31'52"W; 24°41'14"S; altitude = 3-50 m) (Figura 1).

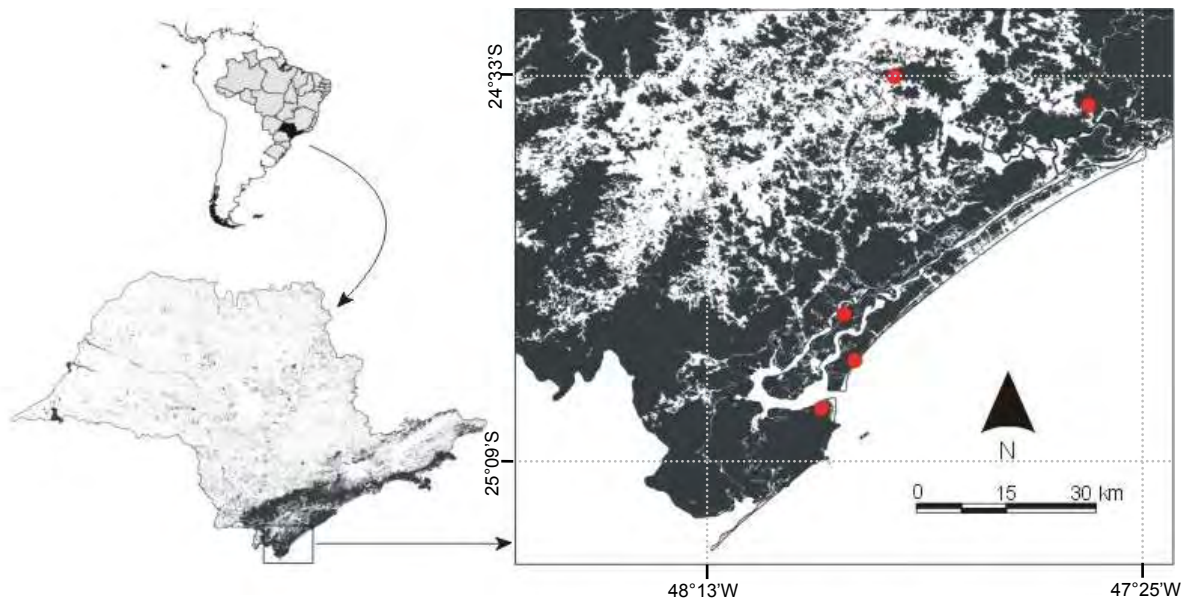


Figura 1- Localização geográfica das áreas em estudo. À direita a localização dos pontos de coleta de dados, Municípios de Cananéia (número 1- Ilha de Cananéia e número 2- Ilha do Cardoso), Ilha Comprida (número 3), Pariquera-Açu (número 4) e Iguape (número 5), Estado de São Paulo, Brasil. Em cinza escuro a cobertura vegetal primária da região.

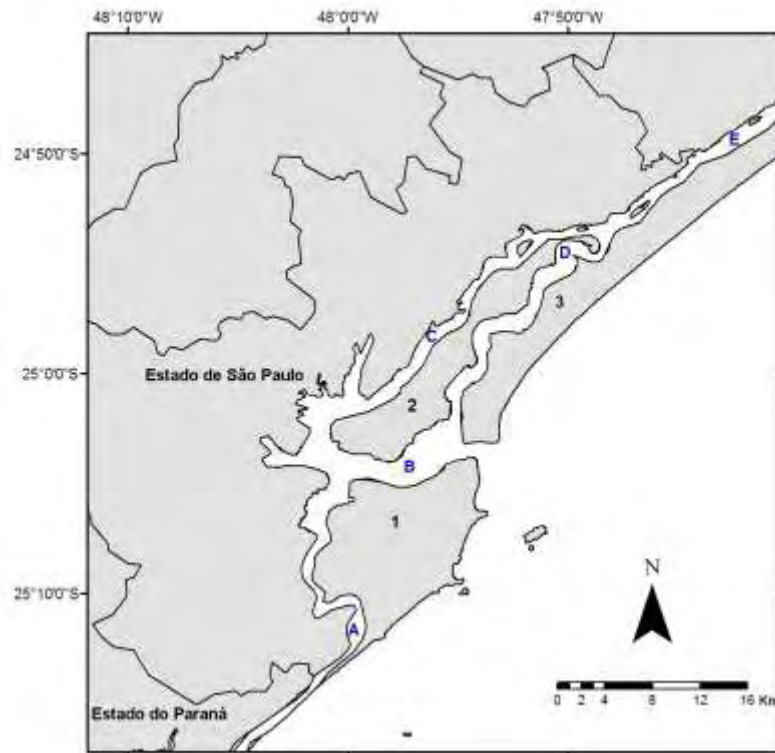


Figura 2- Ilhas em estudo e as respectivas denominações de seus mares: 1- Ilha do Cardoso, 2- Ilha de Cananéia e 3- Ilha Comprida. A- Mar de Arapira, B- Mar de Itapitanguí e Baía do Trapandaré, C- Mar de Cubatão, D- Mar de Cananéia e E- Mar Pequeno. Lagamar Paulista, Estado de São Paulo.

Clima

De acordo com a classificação proposta por Köppen, o clima na região é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C e altos índices de precipitação anual (entre 1.600 e 2.000 mm) (Figura 3), não apresentando estação seca invernal, apenas uma diminuição na pluviosidade. A região de Cananéia destaca-se do restante do litoral paulista devido a temperatura média de inverno ligeiramente mais baixa (LAMPARELLI, 1999).

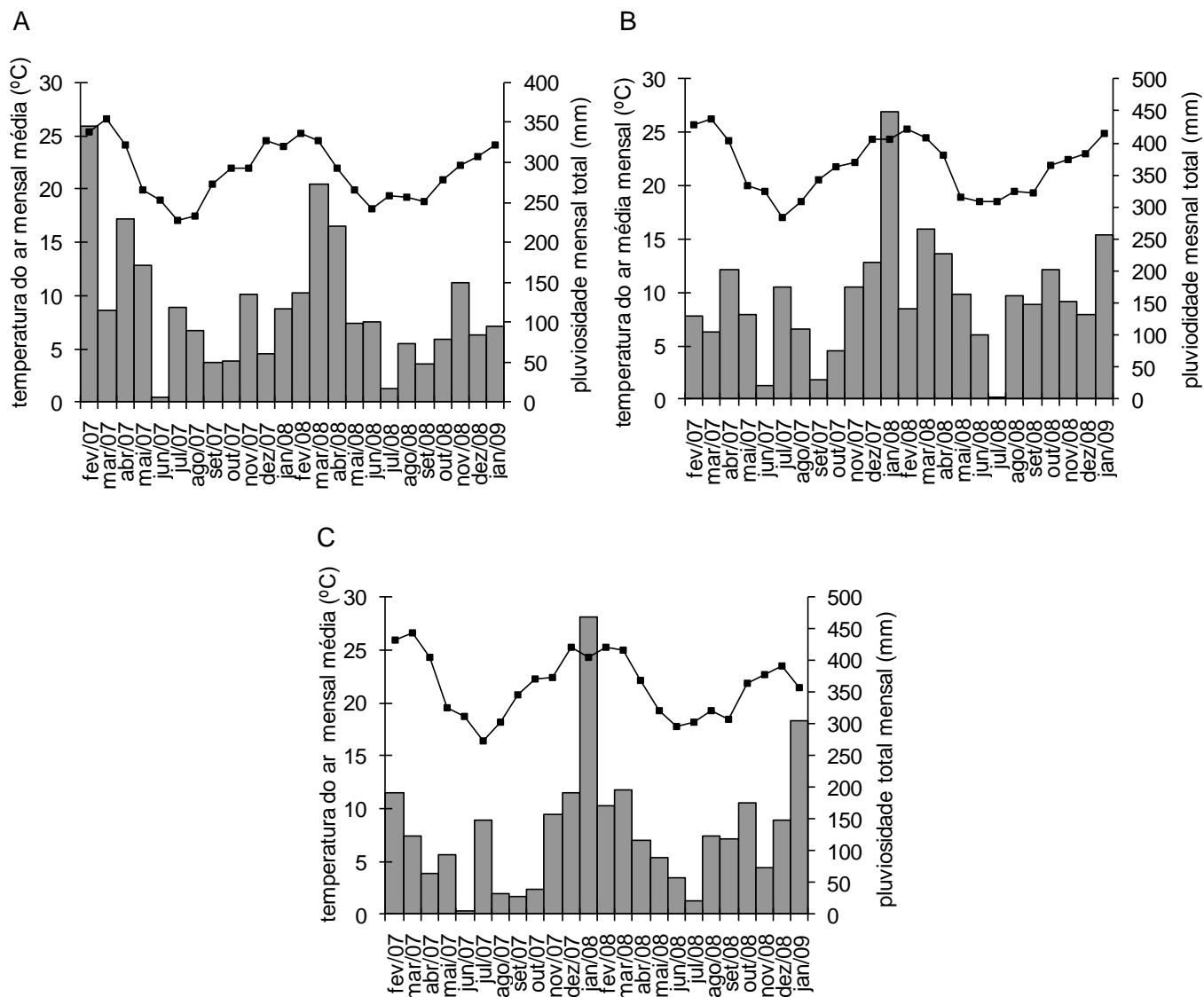


Figura 3- Temperatura média do ar mensal (°C) e pluviosidade total mensal (mm) ao longo do período de estudo nos municípios de: A) Cananéia, B) Iguape e C) Pariquera-Açu, Estado de São Paulo.

Objetivos

Os objetivos do presente estudo foram: (1) inventariar as espécies de anuros e sua abundância em formações de restinga em três ilhas continentais (Ilha do Cardoso, Ilha de Cananéia e Ilha Comprida), pertencentes aos municípios de Cananéia e Ilha Comprida, e em dois pontos no continente próximos a estas ilhas (Iguape e Pariquera-Açu), nos municípios homônimos, comparando as áreas estudadas; (2) através de análises do DNA mitocondrial de algumas espécies que ocorrem simultaneamente nos

diferentes locais de estudo, estabelecer semelhanças genéticas e inferir sobre processos de estruturação populacional e fluxo gênico; e (3) comparar dados de similaridade faunística com a estrutura genética das populações e revelar se a composição das comunidades e diferenciações entre espécies podem ser atribuídas ou explicadas pelos processos de fluxo gênico, seleção local e/ou deriva.

Assim, conforme os objetivos, esta tese está apresentada em três capítulos convenientemente separados. O primeiro corresponde a uma descrição simples de padrões de distribuição espacial e temporal das espécies componentes das comunidades estudadas, o segundo trata da estrutura de comunidades sob a ótica ecológica e o terceiro sobre a estrutura de populações de acordo com perspectivas moleculares relacionando os resultados obtidos com aspectos ecológicos de cada espécie analisada.

Referências

- ÂNGELO, S. **Ilhas do litoral Paulista**. Série Documentos. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente-SMA, 1989. 49 p.
- AFONSO, L. G.; ETEROVICK, P. C. Microhabitat choice and differential use by anurans in forest streams in southeastern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 41, n. 13-16, p. 937-948, 2007.
- AICHINGER, M. Annual activity patterns of anurans in a seasonal Neotropical environment. **Oecologia**, v. 71, p. 583-592, 1987.
- BELLS, G. Neutral macroecology. **Science**, v. 293, n. 28, p. 2413-2418, 2001.
- BRASILEIRO, C. A.; SAWAYA, R. J.; KIEFER, M. C.; MARTINS, M. Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. **BiotaNeotropica**, v. 5, n. 2, 2005. Disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00405022005>.
- BROOKS, D. R.; MCLENNAN, D. A. 1991. **Phylogeny, Ecology and Behaviour: a research program in comparative biology**. Chicago: University of Chicago Press, 1991. 441 p.
- CADLE, J. E.; GREENE, H. W. Phylogenetic patterns, biogeography, and the ecological structure of neotropical snake assemblage. In: RICKLEFS, R. E. & SCHLUTER, D. (Org.). **Species diversity in Ecological communities: historical and geographical perspectives**. Chicago: University of Chicago Press, 1993. p. 281-293.
- CARDOSO, A. J.; HADDAD, C. F. B. Diversidade e turno de vocalizações em anuros em comunidade neotropical. **Acta Zoologica Lilloana**, v. 41, p. 93-105, 1992.
- CHESSON, P. L. Environmental variation and the coexistence of species. In: DIAMOND, J.; CASE, T. (Org.). **Community ecology**. New York: Harper and Row, 1986. p. 240-256.
- COGLIATTI-CARVALHO, L.; FREITAS, A. F. N.; ROCHA C. F. D.; VAN SLUYS, M. Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de

- restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 1-9, 2001.
- DIAMOND, J. M. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. **Biological Conservation**, v. 7, p. 129-145, 1975a.
- DIAMOND, J. M. Assembly of species communities. In: CODY, M. L.; DIAMOND, J. M. (Org.). **Ecology and Evolution of communities**. Cambridge, Massachusetts, and London: Belknap Press, 1975b. p. 342-444.
- DONNELLY, M. A. Reproductive phenology of *Eleutherodactylus bransfordii* in northeastern Costa Rica. **Journal of Natural History**, v. 33, n. 4, p. 624-631, 1999.
- ETEROVICK, P. C.; BARROS, I. S. Niche occupancy in south-eastern Brazilian tadpoles communities in montane-meadow streams. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, p. 1-10, 2003.
- FREITAS, A. F. N.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; VAN SLUYS, M.; ROCHA, C. F. D. Distribuição espacial de bromélias na restinga de Jurubatiba. **Acta Botânica Brasília**, v. 14, n. 1, p. 175-180, 2000.
- FREITAS, R. C. **Evolução recente das margens dos canais lagunares e topografia do sistema Cananéia-Iguape/SP**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia- Instituto Oceanográfico da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- FROST, D. R. Amphibians' species of the world; an online reference. Versão 5.2, 2009. American Museum of Natural History. Apresenta informações taxômicas e distribuições geográficas de anfíbios. Disponível em <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia>. Acesso em: outubro 2009.
- GAINSBURY, A. M.; COLLI, G. R. 2003. Lizard assemblages from natural Cerrado enclaves in Southwestern Amazonia: the role of stochastic extinctions and isolation. **Biotropica**, v. 35, n. 4, p. 503-519, 2003.
- GEOBRÁS. **Complexo Valo Grande - Mar Pequeno - Rio Ribeira de Iguape**. 2 vol. São Paulo: DAAE, 1996. Relatório para o serviço do Vale do Ribeira.
- GRAZZIOTINI, F. G.; MONZEL, M., ECHEVERRIGARAY, S.; BONATTO, S. L. Phylogeography of the *Bothrops jararaca* complex (Serpentes : Viperidae): past

- fragmentation and island colonization in the Brazilian Atlantic Forest. **Molecular Ecology**, v.15, p. 3969-3982, 2006.
- HADDAD, C. F. B.; SAZIMA, I. Anfíbios anuros da Serra do Japi. In: MORELLATO, L. P. C. (Org.). **História Natural da Serra do Japi**. Campinas: Editora Unicamp/FAPESP, 1992. p. 188-211.
- HEYER, W. R.; MCDIARMID, R. W.; WEIGMANN, D. L. Tadpoles, predation, and pond habits in the tropics. **Biotropica**, v. 7, p. 100-111, 1975.
- HUBBELL, S. P. **The unified neutral theory of biodiversity and biogeography**. Princeton: Princeton University Press. 2001. 448 p.
- KATZ, L. B.; PETRANKA, J. W.; SIH, A. Antipredator defenses and the persistence of amphibian larvae with fishes. **Ecology**, v. 69, p. 1865-1870, 1988.
- LAMPARELLI, C. C. 1999. **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo**. São Paulo: Páginas & Letras, 1999. 108 p.
- LEIBOLD, M. A.; MIKKELSON, G. M. Coherence, species turnover and boundary clumping: elements of metacommunity structure. **Oikos**, v. 97, p. 237-250, 2002.
- LOMOLINO, M. V. Investigating causality of nestedness of insular communities: Selective immigrations or extinctions? **Journal of Biogeography**, v. 23, p. 699-703, 1996.
- MACARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. 1967. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 224 p.
- MAGALHÃES, N. W. **Descubra o Lagamar**: pólo de ecoturismo Vale do Ribeira-Lagamar. São Paulo: Terragraph artes e informática, 2003. 176 p.
- MARTÍNEZ-SOLANO, I.; JOCKUSCH, E. L.; WAKE, D. B. Extreme population subdivision throughout a continuous range: phylogeography of *Batrachoseps attenuatus* (Caudata: Plethodontidae) in western North America. **Molecular Ecology**, v. 16, p. 4335-4355, 2007.
- MARTÍNEZ-SOLANO, I.; LAWSON, R. Escape to Alcatraz evolutionary history of slender salamanders (*Batrachoseps*) on the island of San Francisco Bay. **BMC Evolutionary Biology**, v. 9, n. 38, p. 1-14, 2009.
- MARTINS, L. & SUGUIO, K. Ilha Comprida: Um exemplo de ilha-barreira ligado às flutuações do nível marinho durante o Quaternário. In: XXX CONGRESSO

- BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1978, Recife. **Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia**. Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. P. 905-912.
- MARTINS, L.; SUGUIO, K. Excursion route along the Brazilian coast between Santos (State of São Paulo) and Campos (North of State of Rio de Janeiro). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GLOBAL CHANGES IN SOUTH AMERICA DURING THE QUATERNARY, 1989, São Paulo. **Proceedings of International Symposium on global changes in South America during quaternary**. São Paulo: INQUA, 1989, n. 2, p. 68-121.
- MARTINS, S. E.; ROSSI, L.; SAMPAIO, P. S. P.; MAGENTA, M. A. G. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertioga, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 1, p. 249-274, 2008.
- MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios da oceanografia física de estuários**. São Paulo: Edusp, 2002, 424 p.
- MOREIRA, G.; LIMA, A. P. 1991. Seasonal patterns of juvenile recruitment and reproduction in four species of leaf litter frogs in Central Amazonia. **Herpetologica**, v. 47, n. 3, p. 295-300, 1991.
- MORIN, P. J. Predatory salamanders reverse the outcome of competition among three species of anuran tadpoles. **Science**, v. 212, p. 1284-1286, 1981.
- MORIN, P. J. Predation, competition and structure of larval anuran guilds. **Ecology**, v. 53, p. 119-138, 1983.
- PIRES, L. A. **Ecofisiologia de espécies ocorrentes na em uma floresta de restinga**. 2006. 251 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas- Área de Concentração: Biologia Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3º edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 470 p.
- ROCHA, C. F. D.; NUNES-FREITAS, A. F.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; ROCHA-PESSÔA T. C. Habitat disturbance in the Brazilian coastal sand dune vegetation and related richness and diversity of Bromeliad species. **Vidália**, v. 2, n. 2, p. 50-56, 2004.

- SANTOS, T. G.; VASCONCELOS, T. S.; ROSSA-FERES, D. C.; HADDAD, C. F. B. Anurans os a seasonally dry tropical forest: Morro do Diabo State Park, São Paulo State, Brazil. **Journal of Natural History**, v. 43, n. 15-16, p. 973-993, 2009.
- SÃO PAULO. **Planos de Manejo de Unidades de Conservação. Parque Estadual do Pariquera Abaixo - Plano de Gestão Ambiental ¾ fase 1.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1998. 87p.
- SBH. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Lista de species de anfíbios anuros. 2009. Apresenta informações sobre répteis e anfíbios brasileiros. Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br>. Acesso em novembro 2009.
- SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, p. 517-524, 2002.
- SCHOENER, T. W. The evolution of bill size differences among sympatric congeneric species of birds. **Evolution**, v. 19, p. 189-213, 1965.
- SEPPA, P.; LAURILA, A. Genetic structure of island populations of the anurans *Rana temporaria* and *Bufo bufo*. **Heredity**, v. 82, n.1999, p. 309-317, 1999.
- SILVA, W. R.; GIARETTA, A. A.; FACURE, K. G. On the natural history of the South American pepper frog, *Leptodactylus labyrinthicus* (Spix, 1824) (Anura: Leptodactylidae). **Journal of Natural History**, v. 39, n. 7, p. 555-566, 2005.
- SMITH, D. C. Factors controlling tadpoles populations of chorus frog (*Pseudacris triseriata*) on Isle Royale, Michigan. **Ecology**, v. 61, p. 1531-1550, 1983.
- SOS MATA ATLÂNTICA. Fundação SOS Mata Atlântica, 2009. Apresenta informações sobre o Bioma Mata Atlântica seus status de conservação e perspectivas. Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br>. Acesso em maio de 2009.
- SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha.** São Paulo: T. A. QUEIROZ LTDA, 1992. 171 p.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M.G. 1992. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia-Iguape (SP). **Publicação Especial Instituto Oceanográfico**, v. 9, 1992. 33p.

- SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; KOWATA, E. A.; MUNITA, C. S.; PAIVA, R. P. Upper Pleistocene deposits of the Comprida Island (São Paulo State) dated by thermoluminescence method. *Annais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 75, p. 91-96, 2003.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M. G.; FURTADO, V. V.; ESTEVES, C. A.; SOUZA, L. A. P. Perfilagens geofísicas e sedimentação na área submersa entre Cananéia e Barra de Cananéia. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA, 1., 1987, Cananéia. **Anais do Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira**. Cananéia: São Paulo:ACIESP, 1987. p. 234-241.
- ZALUAR, H. L. T.; SCARANO, F. R. Facilitação em restingas de moitas: um século de buscas por espécies focais. In: F. A. ESTEVES; LACERDA, L. D. (Org.). **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Macaé: NUPEM/UFRJ, 2000. p. 3-23.
- ZINA, J.; ENNSER, J.; PINHEIRO, S. C. P.; HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F. 2007. Taxocenose de anuros de uma mata semidecídua do interior do Estado de São Paulo e comparações com outras taxocenoses do Estado, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, 2007. Disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/fullpaper?bn00607022007+pt>.
- ZIMMERMAN, B. L.; SIMBERLOFF, D. An historical interpretation of habitat use by frogs in Central Amazonian Forest. **Journal of Biogeography**, v. 23, p. 27-46, 1996.
- TOFT, C. A. Resource partitioning in amphibians and reptiles. *Copeia*, v. 1985, n. 1, p. 1-21, 1985.
- TILMAN, D. 1982. **Resource competition and community structure**. Princeton: Princeton University Press, 1982. 296 p.
- TILMAN, D. Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: a stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly. **Ecology**, v. 27, n. 101, p. 10854-10861, 2004.
- WATANABE, S.; ORTEGA, N. R. S.; FERIA AYTA, W. E.; COAQUIRA, J. A. H.; CORTEZÃO, S. U.; ARENAS, J. S. A. TL dating of sand from Ilha de Cananéia. **Radiation Measurements**, v. 27, p. 371-376, 1997.

CAPÍTULO 1- DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DE COMUNIDADES DE ANUROS DO LAGAMAR PAULISTA



Resumo

Durante os meses de fevereiro de 2007 a janeiro de 2009 foram coletados dados sobre a diversidade e distribuição espacial e temporal de anuros em quatro municípios do Lagamar Paulista, Estado de São Paulo: Cananéia, Ilha Comprida, Iguape e Pariquera-Açu. Contando com três ilhas continentais e porções continentais adjacentes a estas, esta região está inserida no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape. Foram registradas 32 espécies de anuros na região; sendo 17 na Ilha Comprida, 21 na Ilha de Cananéia, 26 na Ilha do Cardoso, 27 em Iguape e 23 em Pariquera-Açu. A maior parte das espécies diferiu quanto ao uso do ambiente para fins reprodutivos conforme a localidade estudada. O número de espécies em atividade de reprodução foi correlacionado positivamente com as temperaturas médias do ar em Iguape, Ilha do Cardoso e Ilha de Cananéia, enquanto que em Pariquera-Açu a pluviosidade foi o fator abiótico correlacionado positivamente com o número de espécies em atividade reprodutiva. Estudos descritivos são de fundamental importância para a determinação da estrutura de comunidades, bem como para acrescentar informações relevantes sobre a história natural das espécies, ainda mais em ambientes insulares que, embora sejam muito comuns no Brasil, são pouco estudados.

Palavras-chave: distribuição espacial, distribuição temporal, comunidade de anuros, Lagamar Paulista.

Abstract

From February 2007 to January 2009, we collected data about diversity, spatial and temporal distributions of anuran communities from four municipalities located in an estuary-lagoon complex, south coast of São Paulo State: Cananéia, Ilha Comprida, Iguape and Pariquera-Açu. This region is composed by three continental Island and mainland adjacent areas. We registered 32 anuran species in total, 17 in Comprida Island, 21 in Cananéia Island, 26 in Cardoso Island, 27 in Iguape, and 23 in Pariquera-Açu. Most of the recorded species differed in habitat use for reproduction among the study areas. The number of species in reproductive activity was positively correlated with air temperature in Iguape, Cardoso Island, and Cananéia Island, while for Pariquera-Açu rainfall was the abiotic factor positively correlated with the number of species in reproductive activity. Descriptive studies are fundamental for determining the structure of communities and to provide relevant information about the natural history of species, especially in island habitats, which, although very common in the coast of Brazil, are poorly studied.

Keywords: spatial distribution, temporal distribution, anuran communities, São Paulo's Lagamar.

Introdução

As distribuições espaciais e temporais das espécies fornecem dados relevantes sobre a maneira pela qual estas utilizam os recursos disponíveis no ambiente (partilha de recursos, SCHOENER, 1965). Embora seja recorrente a idéia de que a partilha de recursos é resultado de competições interespecíficas, Toft (1985), acrescenta que esta é apenas uma das forças causais que possivelmente atuaram na evolução desse processo, sendo que, restrições fisiológicas, morfológicas e predação correspondem a forças igualmente importantes. Morris (1990) ressalta que uma completa compreensão da estrutura de qualquer comunidade é possível somente quando avaliadas as variações espaciais e temporais de suas espécies componentes. Muitos são os estudos sobre a influência das variações espaciais e temporais na estrutura de comunidades de anuros no Brasil (e.g. CARDOSO & HADDAD, 1992; ROSSA-FERES & JIM, 1994; 2001; ETEROVICK & SAZIMA 2000; ZINA et al., 2007).

A importância da descrição desses processos vai além da determinação de uma possível estrutura de comunidade do grupo, fornece também dados essenciais para estudos e elaborações de modelos ecológicos (HADDAD, 1991), de especial importância na região Neotropical, em virtude da grande diversidade de espécies de anuros presente nesta região (DUELLMAN, 1999).

O Brasil representa o país de maior diversidade em anuros do mundo, contando com cerca de 849 espécies descritas (SBH, 2009). Dentre os biomas presentes no país, a Mata Atlântica é o que contribui com a maior diversidade em espécies de anuros, abrigando aproximadamente 50% da diversidade do país (HADDAD & PRADO, 2005; SBH, 2009). A grande variedade de microhabitats é um dos fatores sugeridos para explicar a alta diversidade em espécies e de modos reprodutivos apresentados por elas neste bioma (HADDAD & PRADO, 2005).

O número de estudos em anurofauna da Mata Atlântica costeira tem aumentado nos últimos anos (ver ROCHA et. al., 2008; BERTOLUCI et al., 2007; NARVAES et al., 2009). No entanto, ainda são escassos, dada a diversidade de espécies presentes neste bioma. A constante presença de espécies novas ou de taxonomia pouco estudada em trabalhos com comunidade de anuros da Mata Atlântica costeira evidencia a carência de estudos de base neste ecossistema (presente estudo;

POMBAL JR. & GORDO, 2004; ROCHA et. al., 2008), sendo esta ainda mais conspícua em ambientes insulares (ver BRASILEIRO et al., 2007; MARQUES et al. 2002), apesar de sua representatividade em toda a costa brasileira, que conta com 106 ilhas entre continentais e oceânicas (ÂNGELO, 1989).

Assim, três aspectos tornam essenciais o estudo das comunidades de anuros em ambientes costeiros no Brasil: 1- aumento do conhecimento de base do grupo em ambientes de Mata Atlântica, 2- ambientes insulares correspondem a ótimos laboratórios para estudos ecológicos e biogeográficos e 3- os anuros possuem características fisiológicas e ecológicas únicas que os tornam organismos-modelo para estudos ecológicos e biogeográficos.

Locais de estudo

O presente estudo foi realizado em três ilhas continentais (Ilha do Cardoso, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia) ($48^{\circ}05'42''W$, $25^{\circ}03'05''S$; $25^{\circ}00'19''S$, $47^{\circ}52'18,7''W$ e $47^{\circ}53'16,49''W$, $24^{\circ}55'59,80''S$, respectivamente) e em dois locais no continente adjacentes a estas ilhas (Iguape e Pariquera-Açu) ($47^{\circ}31'52''W$; $24^{\circ}41'14''S$ e $24^{\circ}38'44.8''S$, $47^{\circ}48'39.9''W$, respectivamente) (Figura 1 da Introdução). Estas áreas estão inseridas no complexo estuarino-lagunar Cananéia-Iguape, localizado no litoral sul do Estado de São Paulo. A vegetação característica do local é a de restinga, denominação popular ao mosaico vegetacional presente em 80% da costa brasileira e inserida no domínio da Mata Atlântica (SCARANO, 2000; COGLIATTI-CARVALHO et al., 2001). A restinga oferece uma variedade de microhabitats que podem ser colonizados por diversas espécies de anuros (PEIXOTO, 1995).

De acordo com a classificação proposta por Köppen, o clima na região é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, com a temperatura média do mês mais quente superior a $22^{\circ}C$ e altos índices de precipitação anual (entre 1.600 e 2.000 mm), não apresentando estação seca invernal, apenas uma diminuição na pluviosidade. A região de Cananéia destaca-se da porção central e norte do litoral paulista por apresentar temperaturas médias ligeiramente mais baixas durante o inverno (LAMPARELLI, 1999).

Material e métodos

Coleta de dados

Durante os meses de fevereiro de 2007 e janeiro de 2009, foram obtidos dados sobre composição e abundância de espécies nos locais estudados através de duas metodologias complementares: procura ativa e armadilhas de interceptação e queda com cercas-guia (*pitfall traps with drift fences*). As armadilhas, dispostas em linha, possuíam três baldes distantes 15 metros um do outro e cerca-guia de 50 cm de altura em relação ao solo. Cada linha possuía uma réplica de mesmo tamanho e conformação distante aproximadamente 10 m. Entre um ponto amostral e outro foi estabelecida uma distância mínima de 500 m a fim de evitarmos erros amostrais (ver CECHIN & MARTINS, 2000). As armadilhas de interceptação e queda foram verificadas antes do ocaso durante três dias consecutivos por mês, totalizando um esforço amostral de 1728 horas durante todo o período em estudo. A coleta de dados foi realizada mensalmente com duração de três a quatro dias em cada localidade. A partir do ocaso iniciava-se a procura ativa, realizada tanto em trilhas pré-estabelecidas nas proximidades dos locais onde as armadilhas estavam dispostas, como também em corpos d'água eleitos previamente. Foram escolhidos como pontos de amostragem corpos d'água temporários e corpos d'água permanentes e semi-permanentes, localizados dentro da mata de restinga e em áreas abertas nas proximidades. Como ambientes permanentes foram considerados corpos de água lênticos e lóticos, que, independente do tamanho, sofreram pouca ou nenhuma variação no nível de água ao longo do ano. Foram considerados como ambientes semi-permanentes corpos de água lênticos que durante a estação seca (maio a novembro) apresentavam uma diminuição no nível da água (aproximadamente 70%) sem, no entanto, secarem por completo. Por último, foram considerados corpos d'água temporários poças e alagados formados durante eventos de chuva que durante a estação seca e eventualmente durante a estação chuvosa, secavam por completo. As bromélias foram consideradas como o quarto ambiente de amostragem por apresentarem características singulares em termos de recursos para a reprodução de anuros. Apenas Iguape apresentou ambiente permanente lótico (riacho);

no entanto, por se tratar de apenas uma das localidades em estudo o uso destes local não foi aqui considerado.

As espécies foram classificadas de acordo com o padrão temporal reprodutivo que apresentaram em cada local de estudo, sendo: prolongadas (espécies que se reproduziram ao longo de mais de três meses consecutivos ao longo do ano) e explosivas (espécies que se reproduziram durante um a poucos dias ao longo do ano, quando na presença de um recurso específico) (WELLS, 1977)

Os indivíduos coletados foram fixados em formolina 10%, preservados em álcool 70% e depositado na coleção de anfíbios CFBH (Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP).

Análises estatísticas

Para a construção da curva de acumulação de espécies foram realizadas análises de rarefação baseadas no número de dias de amostragem (dados de procura ativa e armadilhas de interceptação e queda) durante os dois anos de coleta de dados. Neste procedimento, as amostras são dispostas em ordem aleatória pelo método Mao Tao, que elimina efeitos da sequência de amostragem na taxa de acumulação de espécies (SANTOS, 2003). Foram utilizados cinco estimadores de riqueza: Bootstrap, Chao II, Jackknife I e II e ICE (e.g. SANTOS et al., 2009).

Para a comparação da abundância e diversidade de espécies amostradas através do uso de armadilhas de interceptação e queda, nos diferentes locais em estudo, conforme a estação do ano, foi realizada uma análise de correspondência (CA) através do software PAST 1.9. Foram escolhidos para esta análise apenas os dados das armadilhas de interceptação e queda, já que esta metodologia representa uma maneira de homogenizar a qualidade dos dados. Foram agrupados dados provenientes de dois anos de coleta para cada local em estação seca (ES) (maio a novembro) e estação chuvosa (EC) (dezembro a abril) (SILVA, 1989).

Foi também realizada uma regressão linear entre os dados de temperatura e pluviosidade obtidos para a região e o número de indivíduos em atividade reprodutiva, para verificarmos a influências desses fatores abióticos na dinâmica das comunidades

estudadas. Os dados climáticos foram obtidos através de uma base dados meteorológicos on-line disponível para o Estado de São Paulo (CIIAGRO, 2009)

Para a determinação de sazonalidade reprodutiva utilizamos a estatística circular com posterior aplicação do teste de Rayleigh (z) (teste da uniformidade circular) (ZAR, 1996; MORELLATO et al., 2000; PRADO et al., 2005). Estas análises foram executadas por meio do software Oriana 3.11 (KOVACH, 1994). A estatística circular é um teste cujo objetivo é detectar padrões sazonais em um ciclo, seja ele anual, mensal, ou diário. No presente estudo os meses foram convertidos em graus (e.g., 0° = janeiro, 30° = fevereiro, 60° = março e assim sucessivamente) e o número de espécies em atividade reprodutiva convertido em frequência de cada ângulo observado. Foram analisados dois anos separadamente para cada localidade (fevereiro de 2007 a janeiro de 2008 e fevereiro de 2008 a janeiro de 2009). Os seguintes parâmetros foram estimados para cada ano em estudo: 1. ângulo médio (α), que corresponde o período médio em volta do qual o maior número de espécies foram encontradas em atividade reprodutiva, 2. Desvio padrão circular (DP) e 3. O vetor (r), que é a medida da concentração dos dados ao longo do ciclo anual. O teste de Rayleigh (z) determina a significância do ângulo médio obtido na análise circular. A hipótese nula do teste de Rayleigh é a de que os dados estão uniformemente distribuídos ao redor do círculo. Portanto, para valores de $P < 0,05$, os dados estariam agrupados ao redor do ângulo médio e o vetor r pode ser tomado como medida do grau de sazonalidade de cada local.

Foram considerados como significativos valores de $P < 0,05$ (ZAR, 1996).

Resultados

Composição de espécies

Foi registrado um total de 32 espécies de anuros para todas as áreas em estudo; 27 espécies em Iguape (Tabela 1), 23 em Pariquera-Açu (Tabela 2), 21 na Ilha de Cananéia (Tabela 3), 17 na Ilha Comprida (Tabela 4) e 18 espécies na Ilha do

Cardoso (Tabela 5) (Apêndice 1). Em todos os locais estudados houve uma predominância de representantes da família Hylidae.

Apenas 10 espécies foram capturadas através do método de armadilhas de interceptação e queda [(*Chiasmocleis leucosticta*, *Dendrophryniscus leucomystax*, *Haddadus binotatus*, *Leptodactylus bokermanni*, *Leptodactylus* sp. (gr. *marmoratus*), *L. ocellatus*, *Physalaemus spiniger*, *Rhinella ornata*, *Scinax littoralis* e *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*)], o que corresponde a aproximadamente 31% da diversidade total de espécies registrada em todos os locais amostrados. No entanto, algumas espécies foram registradas em alguns locais em estudo apenas através desse método: *Chiasmocleis leucosticta* (Pariquera-Açu e Ilha de Cananéia), *Dendrophryniscus leucomystax* (Ilha Comprida), *Leptodactylus* sp. (gr. *marmoratus*) (Iguape) e *Scinax littoralis* (Ilha de Cananéia)

A análise da curva do número acumulado de espécies indica uma assíntota apenas visível para Ilha Comprida, fato este confirmado pelos valores obtidos dos índices de riqueza (Figura 1). Para os outros locais de estudo esta curva apresenta-se ainda de maneira crescente, embora pouco pronunciada com tendência à assíntota (Figura 1).

Abundância

De acordo com a análise de correspondência (Figura 2) é possível notar que os dados de diversidade e abundância de espécies, com exceção dos de Pariquera-Açu, mostaram-se bem distintos nas duas estações de coleta (estação seca e chuvosa). Esta diferença é mais pronunciada para os dados da Ilha do Cardoso. Quando consideramos o eixo X (eixo que explica 44% dos dados) é possível notar a formação de dois grupos, sendo um composto por Iguape (estação seca e chuvosa), Ilha de Cananéia (estação seca e chuvosa), Pariquera-Açu (estação seca e chuvosa) e Ilha do Cardoso (estação chuvosa). Outro grupo é composto apenas pela Ilha Comprida (estação seca e chuvosa) e Ilha do Cardoso (estação seca).

A presença de algumas espécies raramente amostradas pela metodologia de armadilhas de interceptação e queda, bem como a abundância mais significativa de algumas espécies em determinados locais, podem ter sido as maiores responsáveis

por estes resultados. Como por exemplo: *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) (amostrada apenas em duas ocasiões na Ilha de Cananéia), *Scinax littoralis* (amostrada em apenas uma ocasião em Iguape), *Physalaemus spiniger* (mais abundante na Ilha Comprida), *Leptodactylus* sp. (gr. *marmoratus*) (espécie coletada em maior quantidade em Iguape) e *L. bokermanni* (espécie mais abundante na Ilha de Cananéia).

De um total de 1177 indivíduos capturados através de armadilhas de interceptação e queda, 37,38% foram indivíduos de *Rhinella ornata* e 32,62% foram indivíduos de *Physalaemus spiniger* (32,62%). Sendo que grande parte das capturas de indivíduos de *Rhinella ornata* foram de jovens, meses após o período reprodutivo desta nas localidades estudadas.

De maneira mais qualitativa as espécies mais abundantes, tanto em número de indivíduos encontrados em atividade de forrageamento, como em número de indivíduos nos coros reprodutivos foram *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) e *Physalaemus spiniger*.

Distribuição espacial e modos reprodutivos

Ambientes permanentes

O uso de ambientes permanentes foi registrado para 12 espécies dentre as amostradas no presente estudo. No entanto, apenas seis fizeram uso exclusivo deste ambiente para atividade reprodutiva, sendo elas: *Dendropsophus elegans*, *Hypsiboas raniceps*, *Rhinella icterica* (Iguape e Pariquera-Açu), *Hypsiboas semilineatus* e *Scinax* sp. 2 (aff. *alter*) (em todos os locais em estudo com exceção da Ilha do Cardoso, onde estas espécies não foram registradas) e *Hypsiboas albomarginatus* (em todos os locais estudados).

Crossodactylus carasmachii foi encontrado apenas em atividade de forrageio às margens de um corpo de água lótico (riacho em Iguape) (Tabela 6). No entanto, como mencionado no Material e métodos, este ambiente não foi considerado nas análises, visto que esteve presente apenas em Iguape.

Embora não exclusivamente, outras espécies também utilizaram ambientes permanentes para atividade reprodutiva (ver Tabela 6).

Ambientes semi-permanentes

O uso deste ambiente foi registrado para seis espécies dentre as amostradas no presente estudo. Apenas duas espécies foram encontradas exclusivamente neste tipo de ambiente: *Phyllomedusa distincta* (Pariquera-Açu, Iguape e Ilha Comprida) e *Dendropsophus microps* (Iguape e Pariquera-Açu).

Outras espécies também utilizaram ambientes semi-permanentes para atividade reprodutiva (ver Tabela 6), embora não exclusivamente.

A maior parte das espécies utilizou extratos arbóreos e gramíneas como sítios de vocalização, com exceção de *L. ocellatus* e *H. faber* que foram encontradas, respectivamente, vocalizando às margens desses corpos de água e em piscinas de barro contruídas pelos machos também às margens desses corpos d'água.

Ambientes temporários em área aberta

O uso de ambientes temporários em área aberta foi registrado para seis espécies dentre as amostradas no presente estudo (Tabela 6).

Apenas duas espécies utilizaram exclusivamente este tipo de ambiente para reprodução e em apenas um de seus locais de ocorrência (*Scinax fuscovarius*, na Ilha Comprida e *Leptodactylus ocellatus*, na Ilha de Cananéia) (Tabela 6).

As espécies amostradas nestes ambientes utilizaram extratos arbóreos, gramíneas, margens dos corpos de água e interior do corpo d'água propriamente dito como sítios reprodutivos e de vocalização.

Ambientes temporários no interior de mata

Quatorze espécies foram encontradas em atividade reprodutiva nestes ambientes, porém somente duas; *Chiasmocleis leucosticta* (Ilha do Cardoso) e *Scinax hayii* (Iguape) (Tabela 6) foram registradas única e exclusivamente neste ambiente

As espécies amostradas nestes ambientes utilizaram extratos arbóreos (*Aparasphenodon bokermanni*, *Itapotihyla langsdorffii*, e *Trachycephalus mesophaeus*), gramíneas (*Dendrophryniscus leucomystax* e *Scinax* spp.), margens dos corpos de água e interior do corpo d'água propriamente dito (*Chiasmocleis leucosticta* e *Physalaemus spiniger*) como sítios reprodutivos e de vocalização.

Bromélias

Durante a procura ativa foi verificado o uso de bromélias por 12 espécies de anuros. Dentre as espécies amostradas em bromélias, quatro foram encontradas utilizando este ambiente em atividade de vocalização e/ou oviposição: *Dendropsophus berthaltutzae* e *D. decipiens* (Ilha do Cardoso), *Physalaemus spiniger* (nas ilhas) e *Scinax* sp. (aff. *perpusillus*) (Ilha do Cardoso e Ilha de Cananéia). Outras espécies foram encontradas no interior de bromélias apenas esporadicamente, não as utilizando para reprodução, como o caso de *Dendrophryniscus leucomystax* (em todos os locais em estudo), *Haddadus binotatus* (encontrado em bromélias em todos os locais em estudo, exceto Iguape), *Scinax argyreornatus* (nas ilhas), *Aparasphenodon bokermanni* (Ilha do Cardoso e Pariquera-Açu), *Rhinella ornata* e *Trachycephalus mesophaeus* (Ilha do Cardoso), *Itapotihyla langsdorffii* e *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) nas ilhas do Cardoso e Cananéia (Tabela 6). O uso de bromélias apresentou-se de maneira mais difundida nos ambientes insulares.

Chão de mata

Quatro espécies foram encontradas em atividade no chão da mata, em especial após dias chuvosos, como *Leptodactylus bokermanni*, *Leptodactylus* sp. (gr. *marmoratus*), *Haddadus binotatus* e *Ischnocnema guenterii* (Tabela 6).

De maneira geral observamos que nas ilhas algumas espécies exibem uma maior plasticidade no uso dos ambientes para reprodução quando comparado aos locais no continente (ver Tabela 6).

Em relação aos modos reprodutivos, podemos dizer que prevaleceu o número 1 - deposição de ovos na água onde ocorre o desenvolvimento de girinos exotróficos (Haddad & Prado, 2005) (Tabela 6). No entanto, algumas espécies exibiram modos reprodutivos especializados, como o caso das espécies *Scinax* sp. (aff. *perpusillus*) (modo reprodutivo 6 - deposição de ovos interior das bromélias onde ocorre o desenvolvimento dos girinos), *Dendrophryniscus leucomystax* (modo reprodutivo 8 - deposição de ovos em plantas aéreas, na água ou em buracos de árvores com desenvolvimento de girinos endotróficos), *Chiasmocleis leucosticta* (modo reprodutivo número 10 - com deposição de ovos em ninho flutuante de bolhas e desenvolvimento

de girinos exotróficos no corpo d'água), *Dendropsophus berthaltutzae*, *D. decipiens* e *Phyllomedusa distincta* que apresentam modo reprodutivo número 24 (deposição de ovos em folhas às margens dos corpos d'água, onde, após caírem na água, os girinos exotróficos completam seu desenvolvimento) e *Crossodactylus caramaschii* que apresenta o modo reprodutivo número 3 (deposição de ovos em câmaras subtaquáticas contruídas pelos machos e desenvolvimento de larvas exotróficas em corpos de água lóticos) (HADDAD & PRADO, 2005) (Tabela 6).

Distribuição temporal

A maior parte das espécies apresentou atividade noturna, com exceção de *Leptodactylus* sp. (gr. *marmoratus*), *L. bokermanni* e *Scinax* sp. (aff. *perpusillus*) que após eventos de chuvas entravam em atividade durante o dia e à tarde pouco antes do anoitecer.

O maior número de espécies em atividade reprodutiva, estimada através do número de machos em atividade de vocalização, foi registrado durante os meses mais quentes e úmidos do ano (entre setembro e abril) (Figura 3). De acordo com a análise circular dos dados de presença de espécies em atividade reprodutiva, todos os locais em estudo, com exceção da Ilha Comprida em 2008, apresentaram sazonalidade siginificativa (Tabela 6). Foi observada correlação positiva e significativa entre o número de espécies em atividade reprodutiva e a temperatura do ar média mensal em Iguape, Ilha de Cananéia e Iha do Cardoso, não sendo observada correlação entre ao número de espécies em atividade e a pluviosidade mensal total para os mesmos locais (Tabela 7; Figura 4A; 4C e 4E). Pariquera-Açu foi o único local em que a pluviosidade mensal total foi correlacionada positiva e significativamente com o número de espécies em atividade de vocalização, não sendo observada correlação entre o número de espécies em atividade reprodutiva e a temperatura do ar média mensal (Tabela 5, Figura 4B). A relação entre número de espécies em atividade reprodutiva e fatores abióticos (temperatura média mensal e pluviosidade total mensal) não foi significativa na Ilha Comprida.

Nos locais no continente o maior número de espécies apresentou padrão reprodutivo prolongado (Tabelas 1 a 5). Nas ilhas, com exceção da Ilha Comprida, a

maior parte das espécies apresentou padrão reprodutivo explosivo (Tabelas 3 a 5). Houve diferenças quanto ao padrão reprodutivo apresentado pela mesma espécie em diferentes locais de estudo. I

Outras espécies, embora apresentassem o mesmo padrão reprodutivo, foram registradas em períodos distintos em locais diferentes. Isto ocorreu principalmente com espécies mais dependentes de ambientes temporários para a reprodução ou ainda espécies encontradas em atividade após eventos de chuva (e.g. *Chiasmocleis leucosticta*, *Leptodactylus* sp. (gr. *marmoratus*), *Haddadus binotatus*, *Ischnocnema guentheri* e *Trachycephalus mesophaeus*) (Tabelas 1 a 5).

Discussão

A composição de espécies dos locais amostrados assemelhou-se a outras comunidades estudadas nas proximidades (e.g., Ilha do Cardoso, BERTOLUCI et al., 2007; Guaraqueçaba, CASTANHO, 2000). A presença de muitas espécies novas e de identificação duvidosa é fato comum em estudos com comunidade de anuros da Mata Atlântica e evidencia a necessidade de mais estudos taxonômicos e de história natural de comunidades deste bioma.

Embora pela análise da curva do número acumulado de espécies a riqueza dos locais estudados pareça ter alcançado o seu máximo, ou estar muito próximo dele, é preciso cautela ao analisarmos estas curvas, em especial quando tratamos de comunidades de anuros, pois as taxas de capturas de novas espécies são marcadamente influenciadas por fatores abióticos (BERTOLUCI, 1998; BERTOLUCI & RODRIGUES, 2002; ZINA et al., 2007). Este fato também evidencia a necessidade de estudos a longo prazo para a amostragem completa da diversidade de espécies de anuros.

A maior parte das espécies foi registrada através da metodologia de procura ativa e apenas uma fração da riqueza total de espécies foi registrada através de armadilhas de interceptação e queda. Este fato pode ser atribuído a grande representatividade de espécies da família Hylidae, que conseguem facilmente escalar as paredes dos baldes e, dessa maneira, não são amostradas através dessa metodologia (ver CECHIN & MARTINS, 2000).

Na maior parte dos estudos com anurofauna, a família Hylidae se destaca em termos de riqueza de espécies (e.g., BERTOLUCI & RODRIGUES, 2002; PRADO et al., 2005; BRASILEIRO et al., 2005; ZINA et al., 2007). A diversidade de espécies, modos reprodutivos e habitats utilizados por espécies pertencentes a esta família pode explicar sua dominância em número de espécies em diversas comunidades do Estado e do país.

Embora o número de espécies amostradas através das armadilhas de interceptação e queda tenha sido apenas uma fração do número total de espécies registradas através de procura ativa, seu uso como metodologia complementar mostrou-se indispensável, visto que algumas espécies em determinadas localidades foram registradas apenas através dessa metodologia.

Abundância

A análise dos dados de abundância obtidos através da metodologia de armadilhas de interceptação e queda nos permite dizer que houve, na maior parte dos locais estudados, uma diferença quanto a composição e abundância de espécies durante a estação seca e estação chuvosa. Embora este resultado possa ser interpretado como indicativo da influência pluviométrica sobre a atividade dos anuros, Lamparelilli (1999) ressalta que a estação seca na região não é caracteristicamente seca, e sim apresenta temperaturas mais baixas. Assim, o fator abiótico responsável por esta diferenciação pode ser a temperatura do ar. Tanto a temperatura do ar quanto a pluviosidade foram testadas como variáveis abióticas relacionadas à estação reprodutiva das espécies e estes dados, discutidos a seguir, podem deixar mais claro os motivos para a diferenciação dos dados obtidos através da metodologia de armadilhas de interceptação e queda. Embora tenhamos detectado diferenças entre as estações seca e chuvosa nas localidades em estudo, a comparação entre os locais em estudo não será analisada, visto que a presença, possivelmente eventual, de algumas espécies raramente amostradas através de armadilhas de interceptação e queda em determinadas localidades, pode ter tendenciado os dados, de maneira que estes possam apresentar uma diferenciação enviesada entre os locais em estudo.

Assim, a despeito da eficiência das armadilhas de interceptação e queda, dados obtidos através desta metodologia para locais diferentes devem ser analisados de maneira cautelosa.

A maior captura de jovens de *Rhinella ornata* pode ser resultado de uma alta taxa de recrutamento da espécie. Por outro lado, a abundância de indivíduos de *Physalaemus spiniger*, tanto capturados em armadilhas de interceptação e queda, em especial na Ilha Comprida, como em atividade de vocalização, pode ser explicada pelo fato desta espécie ocupar uma ampla gama de ambientes para a reprodução (HADDAD & POMBAL JR., 1998). A mesma explicação pode ser aplicada a *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*), cuja a plasticidade no uso de ambientes para a reprodução foi mais evidente nos locais insulares (ver discussão à seguir).

Distribuição espacial e modos reprodutivos

De acordo com Crump (1971), as partilhas espaciais e temporais atuam na manutenção das espécies como unidades discretas. Toft (1985) postulou que diferenças no uso espacial dos ambientes para reprodução é a dimensão mais importante compartilhada entre espécies simpátricas. Este fato pode ser evidenciado através da observação de diferentes padrões de distribuição espacial de populações de uma mesma região ou área, que estão intrinsecamente relacionados a adaptações ao meio. A distribuição espacial destas espécies pode estar relacionada ao modo reprodutivo apresentado por elas (ver HADDAD & PRADO, 2005).

Os ambientes semi-permanentes (no interior e fora da mata) foram os mais utilizados, talvez devido a características mais heterogêneas dos mesmos que possibilita sua ocupação para fins reprodutivos por uma ampla gama de espécies. A composição de espécies que ocuparam os ambientes permanentes e semi-permanentes mostrou-se diferenciada quando comparada a composição de espécies que utilizaram ambientes temporários para a reprodução. De acordo com Katz et al. (1988), as comunidades de anuros que ocupam ambientes temporários diferem bastante das de ambientes permanentes. Segundo estes autores, uma das explicações para esse fato reside no tempo de desenvolvimento dos girinos, usualmente mais lento

para espécies que ocupam ambientes permanentes. O uso de ambientes temporários para atividade reprodutiva seria vantajoso para espécies cujo desenvolvimento larval é mais acelerado devido a menor quantidade de predadores.

Algumas espécies utilizaram bromélias para a reprodução, enquanto outras a utilizaram aparentemente como esconderijo ou sítio de forrageio. Em ambientes como a restinga a abundância de bromélias terrestres é marcante, o que confere a este ambiente uma característica vegetacional única (TEIXEIRA et al., 2002). O uso destas plantas pode representar uma adaptação muito importante, visto que elas podem oferecer proteção contra predadores, recursos hídricos e alimento, já que muitas larvas de insetos se desenvolvem entre as axilas de suas folhas. Assim, as bromélias podem ser consideradas como um local à parte, pois oferecem um microambiente completo em termos de recursos. De acordo com Peixoto (1995), as espécies de anuros podem ser classificadas segundo o grau de utilização das bromélias. São chamadas de bromelícolas as espécies que se utilizam deste ambiente durante todo o seu ciclo de vida, desenvolvendo adaptações morfológicas e comportamentais para o uso adequado das bromélias. Bromelígeras são as espécies que podem ser encontradas esporadicamente nas axilas de bromélias, utilizando os recursos deste microambiente para forrageio ou proteção contra predadores. Dessa maneira, podemos dizer que as bromélias são importantes não apenas para a reprodução, mas também para a manutenção de diversas espécies, fornecendo abrigo e recursos alimentares. O mesmo foi demonstrado por outros autores em ambientes de restinga no Brasil (e.g., TEIXEIRA et al., 2002). O uso das bromélias apresentou-se de maneira mais difundida nos ambientes insulares, o que pode estar relacionado a maior disponibilidade deste recurso nestes ambientes. Outra explicação poderia estar relacionada a condições ambientais mais extremas e de ambientes instáveis, como nas ilhas, em que as bromélias de maneira secundária, não para fins reprodutivos, exerceriam um papel fundamental, garantindo a permanência das espécies. A instabilidade ambiental relacionada aqui a ambientes insulares resulta de suas formações geológicas mais recente quando comparadas às áreas continentais, ou ainda da maior susceptibilidade destas formações às variações no nível do mar, devido a sua maior proximidade em relação ao oceano.

Algumas espécies exibiram maior plasticidade no uso de ambientes para a reprodução nos locais insulares. Há três possíveis explicações para este fato. As duas primeiras estariam relacionadas à conformação espacial dos ambientes nas ilhas: menor área e microambientes dispostos de maneira mais concentrada. A terceira explicação estaria relacionada aos ambientes mais instáveis nas ilhas, favorecendo a colonização ou estabelecimento de espécies que exibem maior plasticidade quanto ao uso de microambiente. O uso de um maior espectro de ambientes em ilhas foi verificado também por Diamond (1970) para espécies de aves em ilhas da Nova Guiné. De acordo com este autor, este fato está relacionado a capacidade de colonização, ocupação e exploração de nichos vagos em ilhas por algumas espécies de aves. Embora todas as hipóteses sejam igualmente válidas para a explicação da plasticidade no uso do ambiente, a qualidade de dados obtidos no presente estudo não permite que essas hipóteses sejam mais que especulativas. Estudos em caracterização ambiental mais aprofundados poderiam explicar com maior precisão o fato aqui observado.

Os modos reprodutivos mais terrestres, tais como o modo 30 (deposição de ovos em ninhos de espuma em câmaras subterrâneas no chão da mata) observado para a espécie *Leptodactylus bokermanni* (HADDAD & PRADO, 2005) e o modo 23 (deposição de ovos no chão da mata com desenvolvimento direto) apresentado por *Ischnocnema guentheri* e *Haddadus binotatus* (HADDAD & PRADO, 2005), estão diretamente relacionados ao ambiente em que as três espécies foram amostradas. Da mesma maneira, isto poderia explicar a maior dependência destas espécies da ocorrência de chuvas para a reprodução.

A grande variedade de modos reprodutivos observados nos locais em estudo é fato comum e característico em ambientes em Mata Atlântica. De acordo com Haddad & Prado (2005), este fato pode ser resultado da variedade de microhabitats presentes neste bioma aliado à alta umidade relativa do ar, o que possibilitou a evolução de espécies que utilizam diferentes microambientes para reprodução, sendo alguns bem típicos deste bioma, como o caso de modos associados a bromélias.

Distribuição temporal

A maior parte das espécies foi encontrada em atividade de vocalização entre setembro e abril, coincidindo com o período chuvoso e de altas temperaturas na região. No entanto, a pluviosidade parece não ter sido o fator responsável pelo maior número de espécies em atividade durante este período, exceto por Pariquera-Açu. A temperatura por outro lado, parece ter sido o fator abiótico mais importante para a atividade de reprodução das espécies estudadas, gerando padrões sazonais nos locais em estudo em que esta relação foi positiva e significativa. De fato, a região é caracteristicamente úmida ao longo do ano, não apresentando uma estação seca invernal; porém, durante o inverno há uma queda significativa da temperatura (LAMPARELLI, 1999). A explicação para o padrão diferenciado encontrado em Pariquera-Açu pode estar relacionada a sua distância em relação ao mar, maior quando comparada aos outros locais estudados. É conhecido que fatores abióticos influenciam diretamente no número de espécies em atividade reprodutiva (e.g., BERTOLUCI 1998; BERTOLUCI & RODRIGUES, 2002; TOLEDO et al., 2003; BRASILEIRO et al., 2005; PRADO et al., 2005; ZINA et al., 2007). No entanto, a pluviosidade e a temperatura exercem influências diferentes conforme a localidade da comunidade estudada. Em locais litorâneos, devido a pluviosidade mais regular ao longo do ano, a temperatura parece exercer maior influência no número de espécies em atividade reprodutiva (e.g., BERTOLUCI 1998; BERTOLUCI & RODRIGUES, 2002; GIASSON, 2008). No interior do Estado, por outro lado, tanto a temperatura como a pluviosidade representam fatores igualmente importantes na determinação do número de espécies em atividade reprodutiva (e.g., TOLEDO et al., 2003; BRASILEIRO et al., 2005; ZINA et al., 2007). A Ilha Comprida parece apresentar um padrão único de diversidade e abundância, não explicável através das análises dos fatores abióticos aqui apresentados. Outros fatores podem ter influenciado de maneira mais significativa e, por consequência, gerando este padrão diferenciado como, por exemplo, a própria geografia do local (único local dentre os amostrados cuja altitude máxima não ultrapassa 20 m), que pode gerar condições microclimáticas específicas e únicas. Há ainda a possibilidade de outras variáveis, aqui não mensuradas, exercerem maior influência sobre a anurofauna local, tal como o fotoperíodo (ver SANTOS, 2009).

Algumas espécies foram amostradas ao longo de todo o ano em atividade reprodutiva, sendo que a maior parte delas foi observada utilizando ambientes permanentes e semi-permanentes como sítios reprodutivos. Outras, foram amostradas apenas durante alguns dias ao longo do ano, sendo que a maior parte dessas espécies foi encontrada em atividade em ambientes temporários (no interior da mata e em área aberta). Estas diferenças no uso do ambiente resultaram numa representatividade também diferenciada de espécies de estação reprodutiva prolongada e explosiva em ambientes continentais e insulares. Em ambientes continentais predominaram as espécies com padrão prolongado, provavelmente devido a maior disponibilidade de ambientes permanentes. Em contrapartida, nos ambientes insulares ocorreu o oposto.

A presença de chuvas é o gatilho ambiental para a disponibilidade de habitats para a reprodução em espécies que utilizam ambientes temporários para a reprodução. Assim, embora não tenhamos verificado estatisticamente a relação entre a pluviosidade e o número de espécies em atividade reprodutiva, este fator parece ser de extrema importância para as espécies que utilizam exclusivamente ambientes temporários para reprodução. Algumas espécies entraram em atividade apenas após eventos de chuva. Para estas a presença de chuvas também parece ter sido um gatilho ambiental importante.

De maneira geral, tanto a distribuição espacial quanto a distribuição temporal das espécies parecem ser características muito plásticas nas comunidades aqui analisadas, dependentes tanto de fatores abióticos como de características físicas dos locais em estudo, bem como de características intrínsecas das espécies (e.g., hábito, comportamento, fisiologia e modo reprodutivo).

Referências

- ÂNGELO, S. **Ilhas do litoral Paulista**. Série Documentos. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente-SMA, 1989. 49 p.
- BERTOLUCI, J. Annual patterns of breeding activity in Atlantic Rainforest anurans. **Journal of Herpetology**, v. 32, p. 607-61, 1998.
- BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Utilização de habitats reprodutivos e micro-habitats de vocalização em uma taxocenoses de anuros (Amphibia) da Mata Atlântica do sudeste do Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 42, n. 11, p. 287-297, 2002.
- BERTOLUCI, J.; BRASSALOTI, R. A.; RIBEIRO JR., J. W.; VILELA, V. M. F. N.; SAWAKUCHI, H. O. 2007. Species composition and similarities among anuran assemblages of forest sites in southeastern Brazil. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 4, p. 364-374.
- BRASILEIRO, C. A.; SAWAYA, R. J.; KIEFER, M. C.; MARTINS, M. Amphibians of an open Cerrado fragment in southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2005. Disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br/v5n2/pt/abstract?article+BN00405022005>.
- BRASILEIRO, C. A.; HADDAD, C. F. B.; SAWAYA, R. J.; SAZIMA, I. A new and threatened island-dwelling species of *Cycloramphus* (Anura: Cycloramphidae) from southeastern Brazil. **Herpetologica**, v. 63, p. 501-510. 2007.
- CARDOSO, A.; HADDAD, C. F. B. Diversidade e turno de vocalizações de anuros em comunidade neotropical. *Acta Zoologica Lilloana*, v. 41, p. 93-105, 1992.
- CASTANHO, L. **História Natural de uma comunidade de anuros da região de Guaraqueçaba, litoral norte do Estado do Paraná**. 2000. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- CECHIN, S. Z.; MARTINS, M. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17, p. 729-740, 2000.
- CIIAGRO- **Centro Integrado de Informações agrometeorológicas**. 2009. Apresenta informações meteorológicas de municípios do Estado de São Paulo. Disponível em <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. Acesso em agosto de 2009.

- COGLIATTI-CARVALHO, L.; FREITAS, A. F. N.; ROCHA C. F. D.; VAN SLUYS, M. Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 1-9, 2001.
- CRUMP, M. L. Quantitative analysis of the ecological distribution of a tropical herpetofauna. **Occasional Papers of the Museum of Natural History**, v. 3, p. 1-62, 1971.
- DIAMOND, J. M. Ecological consequences of island colonization by south-west Pacific birds. I. Types of niche shifts. **Proceedings of National Academy of Sciences**, v. 67, p. 529-536, 1970.
- DUELLMAN, W. E. Distribution patterns of amphibians in the South America. In: DUELLMAN, W. E. (Org.). **Patterns of distribution of amphibians-** a global perspective. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1999. p. 255-327.
- ETEROVICK, P. C.; SAZIMA, I. Structure of an anuran community in a montane meadow in the southeastern Brazil: effects of seasonality, habitat, and predation. **Amphibia-Reptilia**, v. 21, p. 439-461, 2000.
- GIASSON, L. O. **Atividade sazonal e uso de ambiente por anfíbios da Mata Atlântica do alto da Serra do Mar**. 2008. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.
- HADDAD, C. F. B. **Ecologia reprodutiva de uma comunidade de anfíbios anuros na Serra do Japi, Sudeste do Brasil**. 1991. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de Campinas, Campinas, 1991.
- HADDAD, C. F. B.; POMBAL JR., J. P. Redescription of *Physalaemus spiniger* (Anura: Leptodactylidae) and description of two new reproductive modes. **Journal of Herpetology**, v. 32, n. 4, p. 557-565, 1998.
- HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. **BioScience**, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2005.
- LAMPARELLI, C. C. 1999. **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo**. São Paulo: Páginas & Letras, 1999. 108 p.
- KATZ, L. B.; PETRANKA, J. W.; SIH, A. Antipredator defenses and the persistence of amphibian larvae with fishes. **Ecology**, v. 69, p. 1865-1870, 1988.

- KOVACH, W. L. Oriana para Windows, versão 3.11. Pentraeth: Kovach Computer Services, 2009.
- MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E.C.; ZIPPARRO, V. B. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, p. 811-823, 2000.
- MORRIS, D. W. Temporal variation, habitat selection and community structure. **Oikos**, v. 59, p. 303-312, 1990.
- MARQUES, O. A. V; MARTINS, M.; SAZIMA, I. A new insular species of pitviper from Brazil, with comments on evolutionary biology and conservation of the *Bothrops jararaca* group (Serpentes, Viperidae). **Herpetologica**, v. 58, p. 303-312, 2002.
- NARVAES, P.; BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Anurofauna da Floresta de Restinga da Estação Ecológica Juréia-Itatins, Sudeste do Brasil: composição de espécies, uso de hábitat e estações reprodutivas. **Biota Neotropica**, v. 9, p. 1-7, 2009. Disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br/v9n2/pt/fullpaper?bn02009022009+en>
- PEIXOTO, O. L. Associação de anuros e bromeliáceas na Mata Atlântica. **Revista Universidade Rural**, v. 17, n. 2, p. 22-29, 1995.
- POMBAL JR, J. P.; GORDO, M. Anfíbios Anuros da Juréia. In: MARQUES, O. V.; DULEBA, V. (Org.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico flora e fauna**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2004. p. 243-256.
- PRADO, C. P. A; UETANABARO, M.; HADDAD, C. F. B. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v. 26, n. 2, p. 211:221, 2005.
- ROCHA, C. F. D.; HATANO, F. H.; VRCIBRADIC, D.; VAN SLUYS, M. Frog species richness, composition and β -diversity in coastal Brazilian restinga habitats. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 1, p. 109-115, 2008.
- ROSSA-FERES, D. C.; JIM, J. Distribuição sazonal em uma comunidade de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 2, p. 323-334, 1994.

- ROSSA-FERES, D. C.; JIM, J. Similaridade no sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região nordeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p. 439-454, 2001.
- SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: CULLEN, JR. L.; PRUDAN R., VALLADARES-PÁDUA, C. (Org.). **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora UFPR, 2003. p. 19-41.
- SANTOS, T. G.; VASCONCELOS, T. S.; ROSSA-FERES, D. C.; HADDAD, C. F. B. Anurans of a seasonally dry tropical forest: Morro do Diabo State Park, São Paulo state, Brazil. **Journal of Natural History**, v. 43, p. 973-993, 2009.
- SBH. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Lista de species de anfíbios anuros. 2009. Apresenta informações sobre répteis e anfíbios brasileiros. Disponível em <http://www.sbherpetologia.org.br>. Acesso em novembro 2009.
- SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, p. 517-524, 2002.
- SCHOENER, T. W. The evolution of bill size differences among sympatric congeneric species of birds. **Evolution**, v. 19, p. 189-213, 1965.
- SILVA, J. F. **Dados climatológicos de Cananéia e Ubatuba (Estado de São Paulo)**. São Paulo: Instituto Oceanografico, 1989. v. 6, p. 1-21.
- TEIXEIRA, R. L.; SCHNEIDER, J. A. P.; ALMEIDA, G. I. The occurrence of amphibians in bromeliads from a southeastern Brazilian restinga habitat, with special reference to *Aparasphenodon bruno* (Anura, Hylidae). **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 2, p. 263-268, 2002.
- TOLEDO, L. F.; ZINA, J.; HADDAD, C. F. B. Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anfíbios do Município de Rio Claro, São Paulo, Brazil. **Holos Environment**, v. 3, n. 2, p. 136-149, 2003.
- TOFT, C. A. Resource partitioning in amphibians and reptiles. **Copeia**, v. 1985, p. 1-21, 1985.
- ZAR, J. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Upper Saddle River Prentice Hall, 1996. 662 p.

ZINA, J.; ENNSER, J.; PINHEIRO, S. C. P; HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.
Taxocenose de anuros de uma mata semidecídua do interior do Estado de São Paulo e comparações com outras taxocenoses do Estado, sudeste do Brasil.

BiotaNeotropica, v. 7, n. 2, p. 1-9. Disponível em:

<http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn00607022007>.

WELLS, K. D. The social behaviour of anuran amphibians. **Animal Behaviour**, v. 25, p. 666-693, 1977.

Tabela 1- Espécies de anuros amostradas na Escola Agrícola Narciso de Medeiros, Município de Iguape, Estado de São Paulo, durante o período de estudo e seus padrões de distribuição temporal e padrões reprodutivos (*sensu* WELLS, 1977). E- padrão reprodutivo explosivo, P- padrão reprodutivo prolongado e NR- padrão não registrado para a espécie neste local.

Família Espécie	Padrão	2007												2008												2009
		Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Bufonidae																										
<i>Rhinella ornata</i>	P	+	•	•, +	•, +	•, +	•	+	+	+		+	+	•, +	+	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	+	+	+	+	
<i>Rhinella icterica</i>	NR		○																							
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>	NR		+						○	+											+					
Brachycephalidae																										
<i>Ischnocnema guentheri</i>																										
Craugastoridae																										
<i>Haddadus binotatus</i>	E	+	+		+	+			○		○	+			+	○	+				○		•	+		
Hylidae																										
<i>Dendropsophus berthaltzae</i>	P									•			•	•		•	•	•		•	•	•	•	•		
<i>Dendropsophus elegans</i>	P									•	•	•		•	•						•	•	•	•		
<i>Dendropsophus microps</i>	E			•	•					•	•			•										•		
<i>Dendropsophus werneri</i>	P	•	•	•	•		○	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	P				•			•	•	•	•	•	•	•					•		•	•	•	•		
<i>Hypsiboas faber</i>	P	•	•	•					•	•	•	•	•	•	•				•		•	•	•	•		
<i>Hypsiboas raniceps</i>	P									•	•	•	•											•		
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	P	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
<i>Scinax argyreomatus</i>	E													•										•		
<i>Scinax fuscovarius</i>	P			•					•	•	•	•	•		•				•	•	•	•	•	•		
<i>Scinax hayii</i>	E													•									•	•		
<i>Scinax littoralis</i>	E			•	•		+		•													•		•		
<i>Scinax sp.</i>	E			•			•						•		•								•			
<i>Scinax sp. 1 (aff. alter)</i>	P	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•		
<i>Scinax sp. 2 (aff. alter)</i>	P	•		•		•		•	•	•	•	•	•		•			•	•	•	•	•	•	•		
<i>Phyllomedusa distincta</i>	P								•	•	•	•		•										•		
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	E													•										•		
Hyloidae																										
<i>Crossodactylus caramaschii</i>	NR																						○			
Leiuperidae																										
<i>Physalaemus spiniger</i>	P	•		•	•, +	+				•	•	•	+	•	+	•			•	•	•	•, +	•, +	•, +		
Leptodactylidae																										
<i>Leptodactylus sp. (gr. marmoratus)</i>	NR																							+		
<i>Leptodactylus bokermanni</i>	P	•, +	+	+	+	+	•, +	•, +	+	•, +	•	•	+	+		•, +	•	+		•	•	•, +	•	•		
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	E	+	○		○			○	•	•	•			•, +	+	+	+		•	•			•, +	•, +		

- espécie encontrada em atividade de vocalização
- + espécie amostrada através de armadilha de interceptação e queda
- espécie encontrada exclusivamente em atividade de forrageio

Tabela 2- Espécies de anuros amostradas no Parque Estadual Campina do Encantado, Município de Pariquera Açu, Estado de São Paulo, durante o período de estudo e seus padrões de distribuição temporal e padrões reprodutivos (*sensu* WELLS, 1977). E- padrão reprodutivo explosivo, P- padrão reprodutivo proulongado e NR- padrão não registrado para a espécie neste local.

Família Espécie	Padrão	2007												2008												2009
		Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Bufo																										
<i>Rhinella ornata</i>	E	○		+	○		●, +	+		+	+	+	+	+	+	+	+	●, +		●, +	●, +	●, +	+	+	+	+
<i>Rhinella icterica</i>	E						●, +		●										●					+	+	
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>	E			○		○					+		○				+						○	+	●, +	
Craugastoridae																										
<i>Haddadus binotatus</i>	E	○	○	○	○	○		○	○		+	○		○								+	●	+	●, +	
Hylidae																										
<i>Aparasphenodon bokermanni</i>	NR		○																							
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>	P							●	●	●		●	●						○		●	●	●	●	●	
<i>Dendropsophus elegans</i>	P							●	●	●	●	●	●									●			●	
<i>Dendropsophus microps</i>	E										●															
<i>Dendropsophus weneri</i>	P	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●							●	●	●	●	●	
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	P	●	○					●	●	●		●	●	●					+			●	●	●	●	
<i>Hypsiboas faber</i>	E	●																							●	
<i>Hypsiboas raniceps</i>	P	●	●				○		●	●	●	●	●	●								○	●	●	●	
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	P	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	
<i>Scinax fuscovarius</i>	E	○			○		○	●	●	●		○							+		●		●		●	
<i>Scinax sp.</i>	P			○	○	○	●	●	●		●	●	●	●											●	
<i>Scinax sp. 1 (aff. alter)</i>	P	●	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	
<i>Scinax sp. 2 (aff. alter)</i>	P							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	
<i>Phyllomedusa distincta</i>	P			○			●	●	●	●	●	●	●							○			●			
Leiuperidae																										
<i>Physalaemus spiniger</i>	P	●	●			+	+	●, +	+		+	●, +	●, +	●, +				+	+		●, +	●, +	●, +	●, +	●, +	
Leptodactylidae																										
<i>Leptodactylus sp. (gr. marmoratus)</i>	E																						○	●	●	
<i>Leptodactylus bokermanni</i>	P				+			+		●, +	+	●, +		+			●	●	●, +	●	●	●, +	●, +	●	●, +	
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	E			+	○			○		●						+		+	+	+	+	+	+	+	●	
Microhylidae																										
<i>Chiasmocleis leucosticta</i>	NR							+																		

- espécie encontrada em atividade de vocalização
- + espécie amostrada através de armadilha de interceptação e queda
- espécie encontrada exclusivamente em atividade de forrageio

Tabela 3- Espécies de anuros amostradas em na Ilha de Cananéia, Município de Cananéia, Estado de São Paulo, durante o período de estudo e seus padrões de distribuição temporal e padrões reprodutivos (*sensu* WELLS, 1977). E- padrão reprodutivo explosivo, P- padrão reprodutivo prolongado e NR- padrão não registrado para a espécie neste local.

Família Espécie	Padrão	2007												2008												2009
		Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Brachycephalidae																										
<i>Ichnocnema guentheri</i>	E								●	○	○															
Bufo																										
<i>Rhinella ornata</i>	E		+						●, +		+	+	+				●			●						
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>	E	○	+	○		○		○	○	+	+									+	○			●		
Craugastoridae																										
<i>Haddadus binotatus</i>																								●		
Hylidae																										
<i>Dendropsophus weneri</i>	P	●	●	●					●	●	●		●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	P	●							●	●	●		●	●	●					●	●	●	●	●	●	
<i>Hypsiboas faber</i>	E	●								●		●	●									●	●	●	●	
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	E										●													●		
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>	E											●	●				○						●			
<i>Scinax argyreornatus</i>	E												●											●		
<i>Scinax fuscovarius</i>	E									○														●		
<i>Scinax littoralis</i>	NR									+																
<i>Scinax</i> sp.	E										●		●									●				
<i>Scinax</i> sp. 1 (aff. <i>alter</i>)	P	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●, +	●	●, +	●	●		●	●	●	
<i>Scinax</i> sp. 2 (aff. <i>alter</i>)	P	●	●						●	●	●	●	●										●	●	●	
<i>Scinax</i> sp. (aff. <i>perpusillus</i>)	P								●	●	●	●	●	●	●					+			●	●	●	
Leiuperidae																										
<i>Physalaemus spiniger</i>	P	●	●	●		●			+	●, +	●, +	●, +	●, +	●	●	●, +			●, +		●	●	●	●	●	
Leptodactylidae																										
<i>Leptodactylus</i> sp. (gr. <i>marmoratus</i>)	P																						●	●	●	
<i>Leptodactylus bokermanni</i>	P	●	+			●		●	●, +	●, +	●	●	●, +	●	+	●	●	●, +	●, +	●, +	●, +	●, +	●, +	●, +	●	
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	E	●							●	●		●	●	+									●	●	●	
Microhylidae																										
<i>Chiasmocleis leucosticta</i>	NR																									

- espécie encontrada em atividade de vocalização
- + espécie amostrada através de armadilha de interceptação e queda
- espécie encontrada exclusivamente em atividade de forrageio

Tabela 4- Espécies de anuros amostradas na Ilha Comprida, Município de Ilha Comprida, Estado de São Paulo durante o período de estudo e seus padrões de distribuição temporal e padrões reprodutivos (*sensu* WELLS, 1977). E- padrão reprodutivo explosivo, P- padrão reprodutivo prolongado e NR- padrão não registrado para a espécie neste local.

Família Espécie	Padrão	2007												2008												2009
		Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Bufonidae																										
<i>Rhinella ornata</i>	E		+		•, +	•				+	+	+	+	+	+	+	+	•	•	•		+	+	+	+	
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>	NR								+	+		+	+				+	+	+					+		
Craugastoridae																										
<i>Haddadus binotatus</i>	NR		+			+			+														○	+		
Hylidae																										
<i>Dendropsophus werneri</i>	P	•		•					•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	P	•					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				•	•	•	•	•	•	
<i>Hypsiboas faber</i>	E	•																							•	
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	P	○		•			•		•	•	•	•	•		•		•	•	•		•	•	•	•	•	
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>	E												•												•	
<i>Scinax argyreornatus</i>	E	○	○	○	○				•			•	•		•										•	
<i>Scinax</i> sp.	P								•	•	•	•	•									+			•	
<i>Scinax</i> sp. 1 (aff. <i>alter</i>)	P	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Scinax</i> sp. 2 (aff. <i>alter</i>)	P	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
<i>Phyllomedusa distincta</i>	E								•	•			•													
Leiuperidae																										
<i>Physalaemus spiniger</i>	P	•	+	+		+	+	+	•, +	+	•, +	+	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	•, +	
Leptodactylidae																										
<i>Leptodactylus bokermanni</i>	P								•	•	•	•	•	•					•	•	•	•	•		•	
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	E	+	+						•																•	

- espécie encontrada em atividade de vocalização
- + espécie amostrada através de armadilha de interceptação e queda
- espécie encontrada exclusivamente em atividade de forrageio

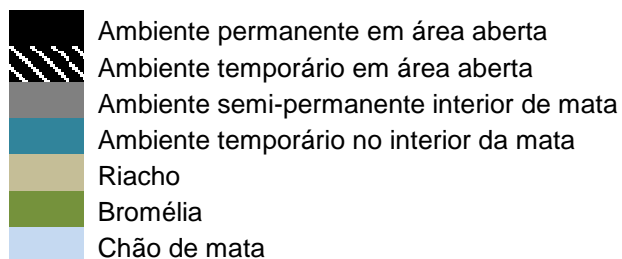
Tabela 5- Espécies de anuros amostradas na Ilha do Cardoso, Município de Cananéia, Estado de São Paulo durante o período de estudo e seus padrões de distribuição temporal das espécies e padrões reprodutivos (*sensu* WELLS, 1977). E- padrão reprodutivo explosivo, P- padrão reprodutivo prolongado e NR- padrão não registrado para a espécie neste local.

Família Espécie	Padrão	2007												2008												2009
		Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Bufonidae																										
<i>Rhinella ornata</i>	E	+	+	●, +	+	+	●	+	+	●, +		+	+	○	●, +	+	●	●, +	+	+					+	
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>	E		+			○	○	+	○	+	+	+	○	○		+	○	○	○	+	○	○	+	●, +	●, +	
Craugastoridae																										
<i>Haddadus binotatus</i>	E	○				○	+	○				+	+	○	+		○				○	●	+			
Hylidae																										
<i>Aparasphenodon bokermanni</i>	E								○			●														
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>	P		●	●					●			●	●	●	○	●			●	●	●	●	●	●	●	
<i>Dendropsophus decipiens</i>	E											●	●	●								●	●	●		
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	P	●			○					●	●	●	●					●		●	●	●	●	●		
<i>Hypsiboas faber</i>	P	●							●			●	●	●	●	●				●	●	●	●	●		
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>	E								●			●			○						●	●	●	●		
<i>Scinax argyreornatus</i>	E					○	○	●				●	●			○	○	○	●	●	●		●	●		
<i>Scinax littoralis</i>	E																							●	●	
<i>Scinax</i> sp. 1 (aff. <i>alter</i>)	P	●	●	●	●		○	○	○	●	○	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●		
<i>Scinax</i> sp. (aff. <i>perpusillus</i>)	P	○	●	○	○	○	○	●	●	●	○	●	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●		
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	E											○			○							●, +	●, +	●		
Leiuperidae																										
<i>Physalaemus spiniger</i>	P	●	●, +	+	+	○	●, +	+	●, +	●, +	●	●, +	●, +	●, +	●, +	○	○	+	●, +	●, +	●, +	●, +	●, +	●, +		
Leptodactylidae																										
<i>Leptodactylus bokermanni</i>	P	●, +	●, +	●			●, +	●	●, +	●, +	●	●	●	●	●			●	●	●	●, +	●	●	●		
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	E	○	+		○						●	●	○	●	+				●, +	○	●, +	●, +				
Microhylidae																										
<i>Chiasmocleis leucosticta</i>	E	+	+	+		+		+		+	●				+	+			●		+	●, +	●, +			

- espécie encontrada em atividade de vocalização
- + espécie amostrada através de armadilha de interceptação e queda
- espécie encontrada exclusivamente em atividade de forrageio

Tabela 6- Modos reprodutivos (de acordo com HADDAD & PRADO, 2005) e distribuição espacial das espécies de anuros amostradas nos locais em estudo, Estado de São Paulo.

		Iguape	Pariquera Açu	Ilha Comprida	Ilha de Cananéia	Ilha do Cardoso
<i>Ischnocnema guentheri</i>	23					
<i>Rhinella ornata</i>	1					
<i>Rhinella icterica</i>	1					
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>	8		●		●	●
<i>Haddadus binotatus</i>	23		●	●	●	●
<i>Aparasphenodon bokermanni</i>	1		●			●
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>	24					
<i>Dendropsophus decipiens</i>	24					
<i>Dendropsophus elegans</i>	1					
<i>Dendropsophus microps</i>	1					
<i>Dendropsophus wernerii</i>	1					
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	1					
<i>Hypsiboas faber</i>	4					
<i>Hypsiboas raniceps</i>	1					
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	1					
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>	1				●	●
<i>Scinax argyreornatus</i>	1			●	●	●
<i>Scinax fuscovarius</i>	1					
<i>Scinax hayii</i>	1					
<i>Scinax littoralis</i>	1					
<i>Scinax</i> sp. (gr. <i>catharinae</i>)	1					
<i>Scinax</i> sp. 1 (aff. <i>alter</i>)	1					
<i>Scinax</i> sp. 2 (aff. <i>alter</i>)	1					
<i>Scinax</i> sp. (aff. <i>perpusillus</i>)	6					
<i>Phyllomedusa distincta</i>	24					
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	1					
<i>Crossodactylus caramaschii</i>	3					
<i>Physalaemus spiniger</i>	11, 14, 28					
<i>Leptodactylus</i> sp.(gr. <i>marmoratus</i>)	32					
<i>Leptodactylus bokermanni</i>	30					
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	11					
<i>Chiasmocleis leucosticta</i>	10					



● Uso de ambiente de maneira secundária, não para fins reprodutivos

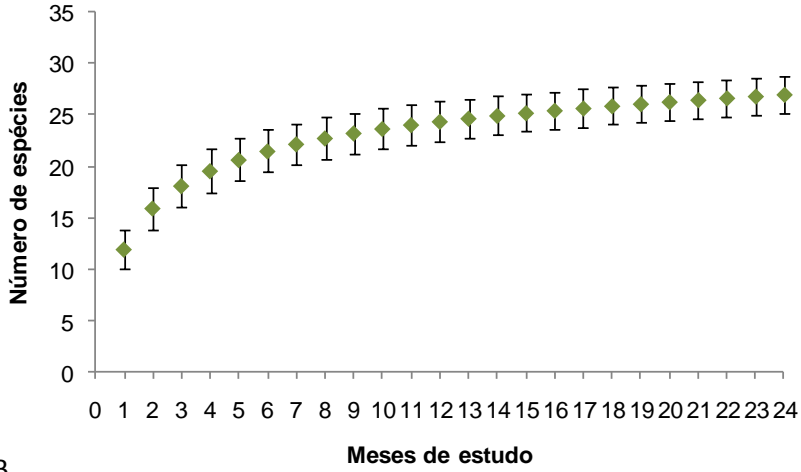
Tabela 7- Valores de P das regressões realizadas entre o número de espécies em atividade reprodutiva e temperatura do ar mensal média e número de espécies em atividade reprodutiva e pluviosidade mensal total em todos os locais de estudo. Em vermelho valores significativos de P .

	Temperatura do ar mesal média X número de espécies em atividade reprodutiva	Pluviosidade mensal total X número de espécies em atividade reprodutiva
Iguape	0,013	0,286
Pariquera-Açu	0,076	0,013
Ilha de Cananéia	0,006	0,552
Ilha Comprida	0,142	0,552
Ilha do Cardoso	0,018	0,889

Tabela 8- Resultados da análise de estatística circular para sazonalidade na atividade reprodutiva de espécies registradas nos locais em estudo, Estado de São Paulo.

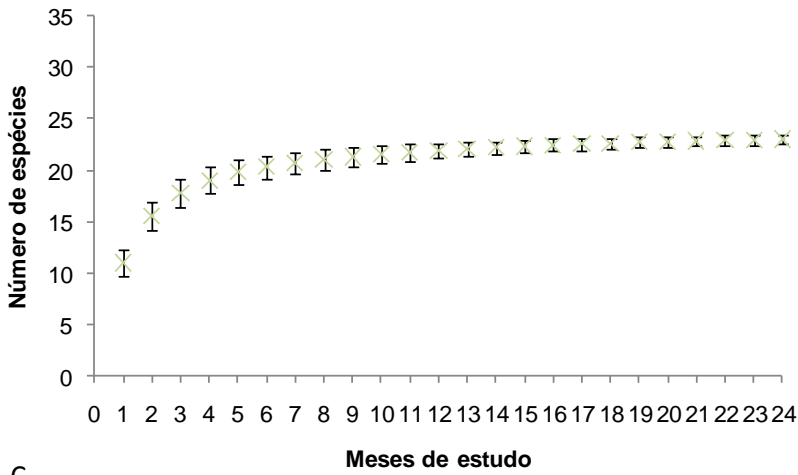
	Iguape		Pariquera-Açu		Ilha de Cananéia		Ilha Comprida	
	2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
N	104	121	79	87	64	71	60	64
Ângulo médio (a)	310,86°	329,79°	305,87°	328,88°	326,18°	336,83°	302,04°	344,47°
Desvio padrão	98,91°	88,98°	70,66°	82,43°	75,57°	71,08°	13,90°	24,24°
Comprimento médio do vetor (r)	0,22	0,3	0,47	0,35	0,42	0,46	0,36	0,21
Rayleigh (z)	5,28	10,85	17,27	10,99	11,24	15,24	7,91	2,73
P	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06

A



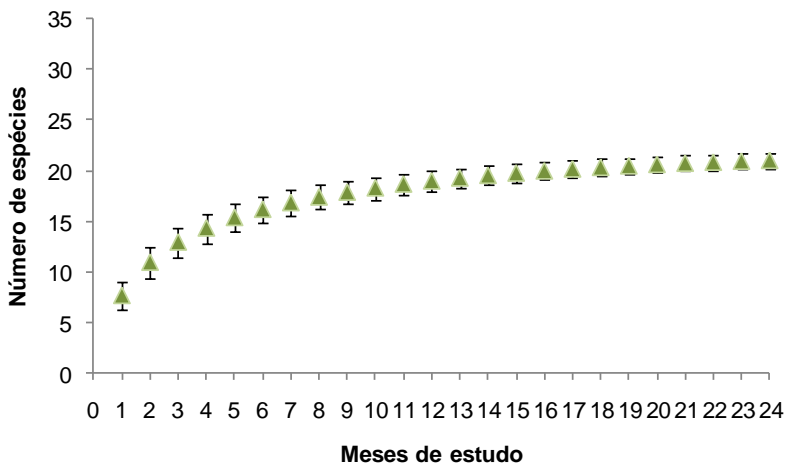
Bootstrap= $28,72 \pm 0$
Chao II= $28,92 \pm 2,67$
ICE= $29,64 \pm 0,01$
Jackknife1= $30,83 \pm 2,26$
Jackknife2= $32,75 \pm 0$

B



Bootstrap= $23,65 \pm 0$
Chao II= $23,5 \pm 0$
ICE= $23 \pm 0,16$
Jackknife1= $23,96 \pm 0,96$
Jackknife2= $23,12 \pm 0$

C



Bootstrap= $22,2 \pm 0$
Chao II= $21,94 \pm 0,71$
ICE= $22,15 \pm 0,01$
Jackknife1= $22,92 \pm 1,33$
Jackknife2= $22,12 \pm 0$

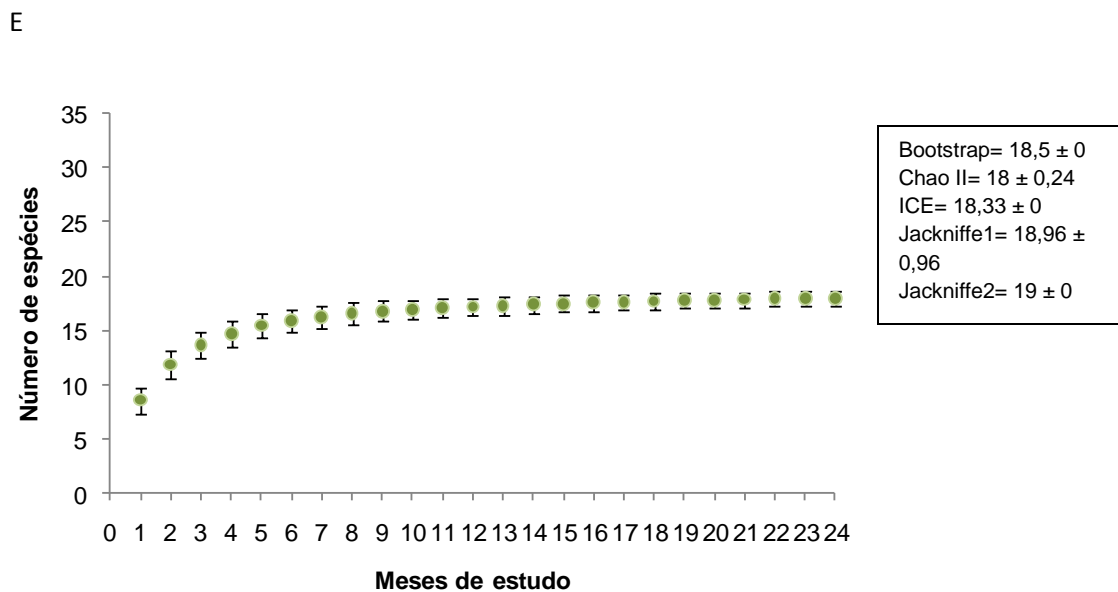
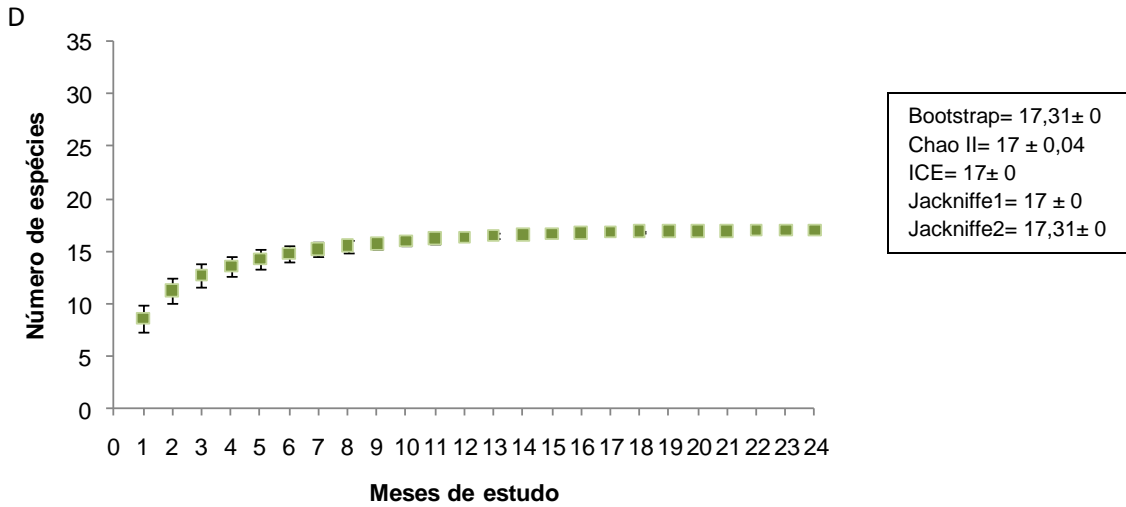


Figura 1- Curva do número acumulado de espécies e índices de riqueza nos quatro municípios em estudo; A- Iguape, B- Pariquera-Açu, C- Ilha de Cananéia, D- Ilha Comprida e E- Ilha do Cardoso, litoral sul do Estado de São Paulo. O quadro ao lado de cada gráfico apresenta os valores obtidos para cada estimador de riqueza (Bootstrap, Chao II, ICE, Jackknife 1 e Jackknife 2).

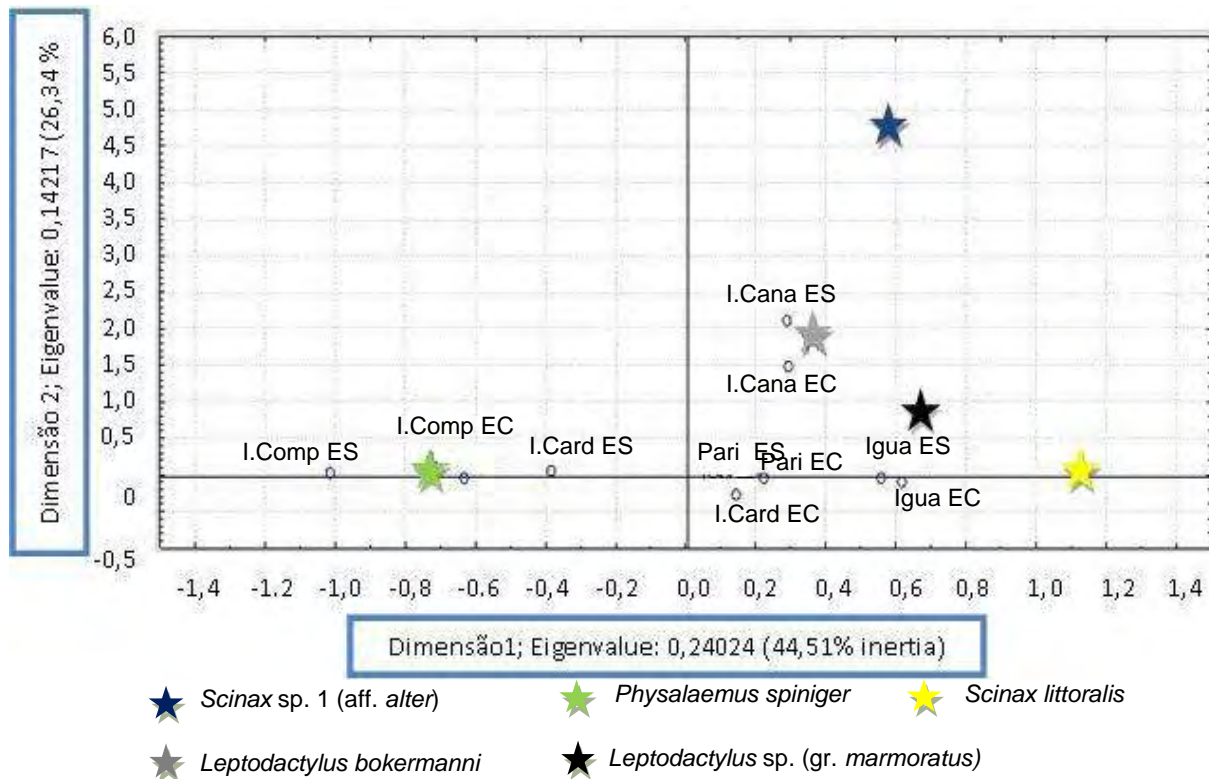


Figura 2- Análise de correspondência entre os dados coletados através do uso de armadilhas de interceptação e queda para cada localidade durante o período de estudo, sendo Pari ES e Pari EC (estação seca e chuvosa em Pariqueira), Iguá ES e Iguá EC (estação seca e chuvosa em Iguape), I. Comp ES e I. Comp EC (estação seca e chuvosa na Ilha Comprida), I. Card ES e I. Card EC (estação seca e chuvosa na Ilha do Cardoso) e I. Cana ES e I. Cana EC (estação seca e chuvosa na Ilha de Cananéia), Estado de São Paulo, Brasil. Para esta análise foram consideradas todas as espécies amostradas durante o período de estudo, porém as espécies aqui destacadas apresentam um peso maior na disposição dos pontos de amostragem.

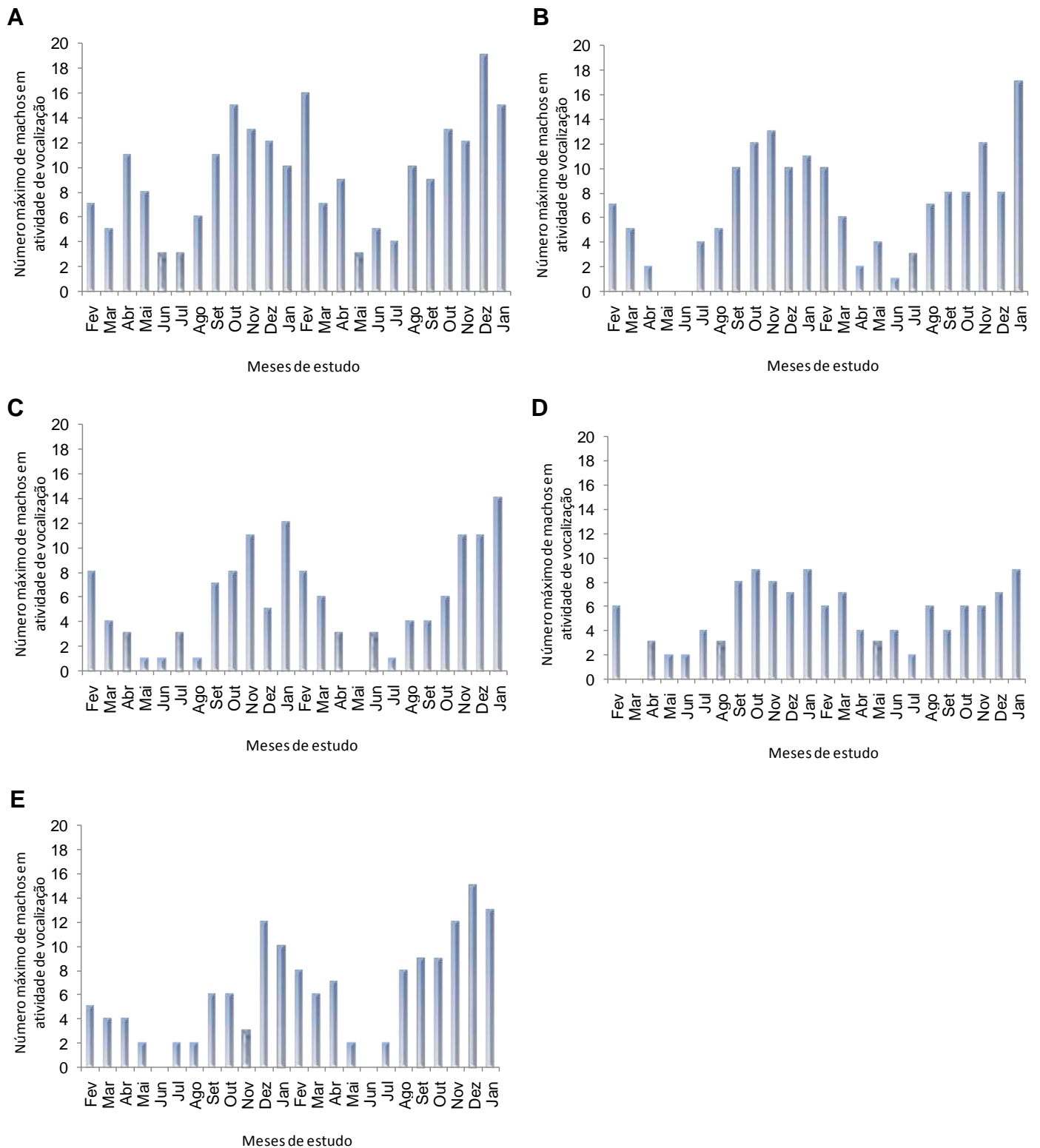
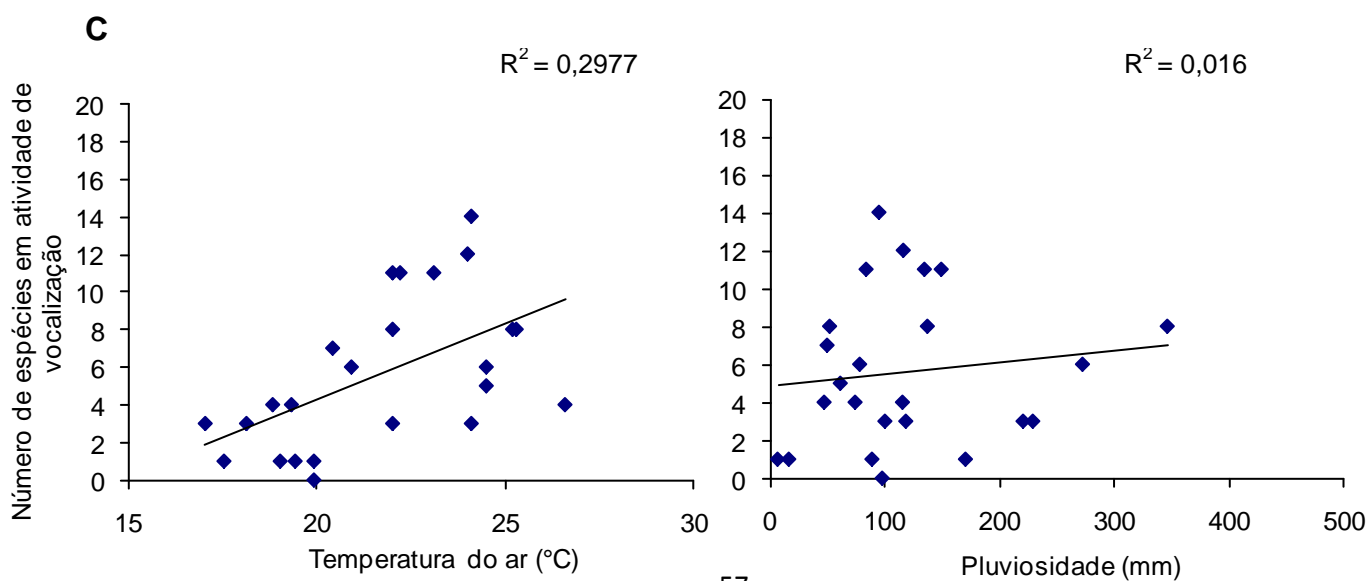
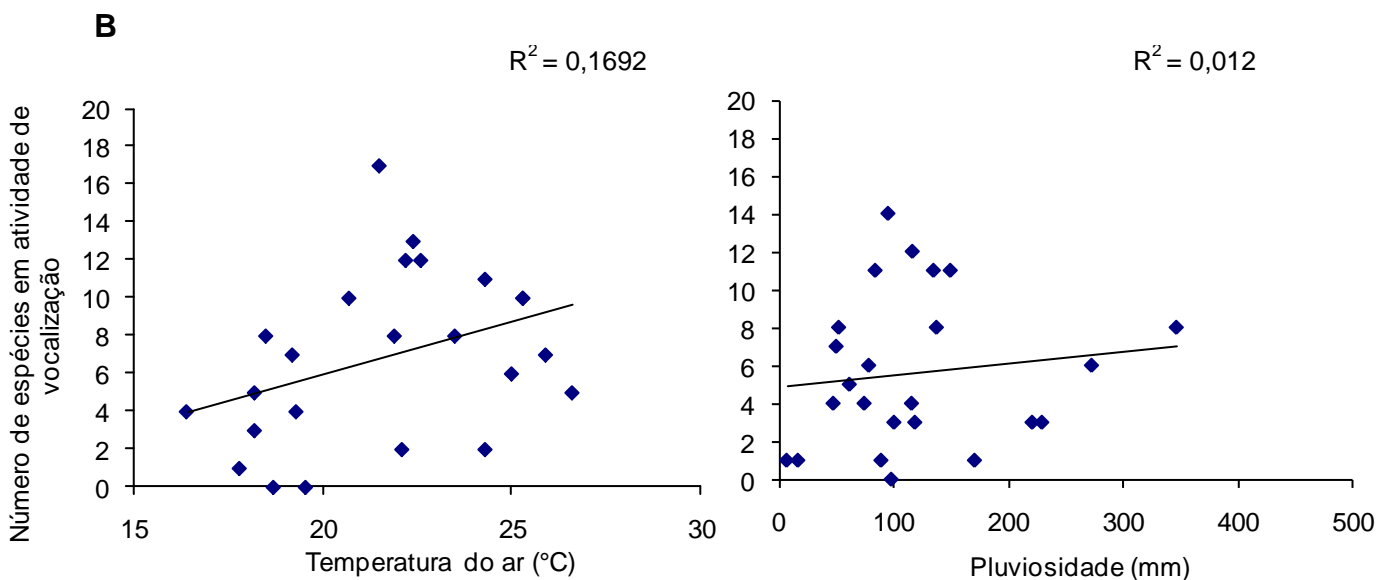
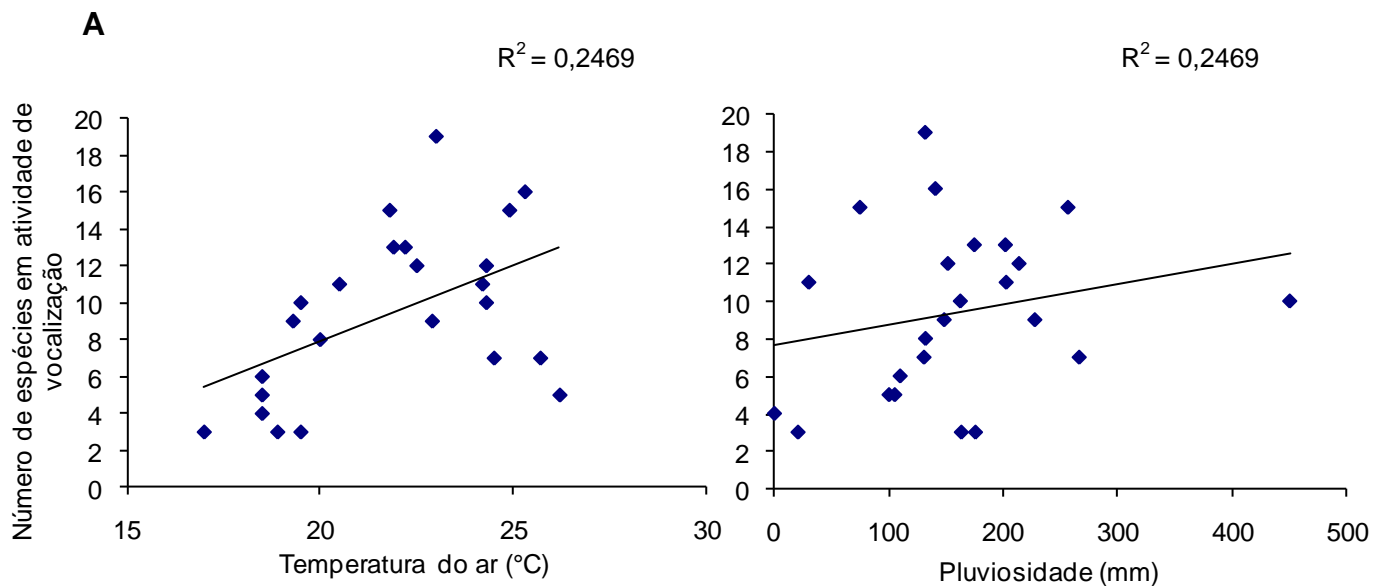


Figura 3- Número máximo de machos em atividade de vocalização durante fevereiro de 2007 a janeiro de 2009 nos locais estudados; A- Iguape, B- Pariquera-Açu, C- Ilha de Cananéia, D- Ilha Comprida e E- Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo, Brasil.



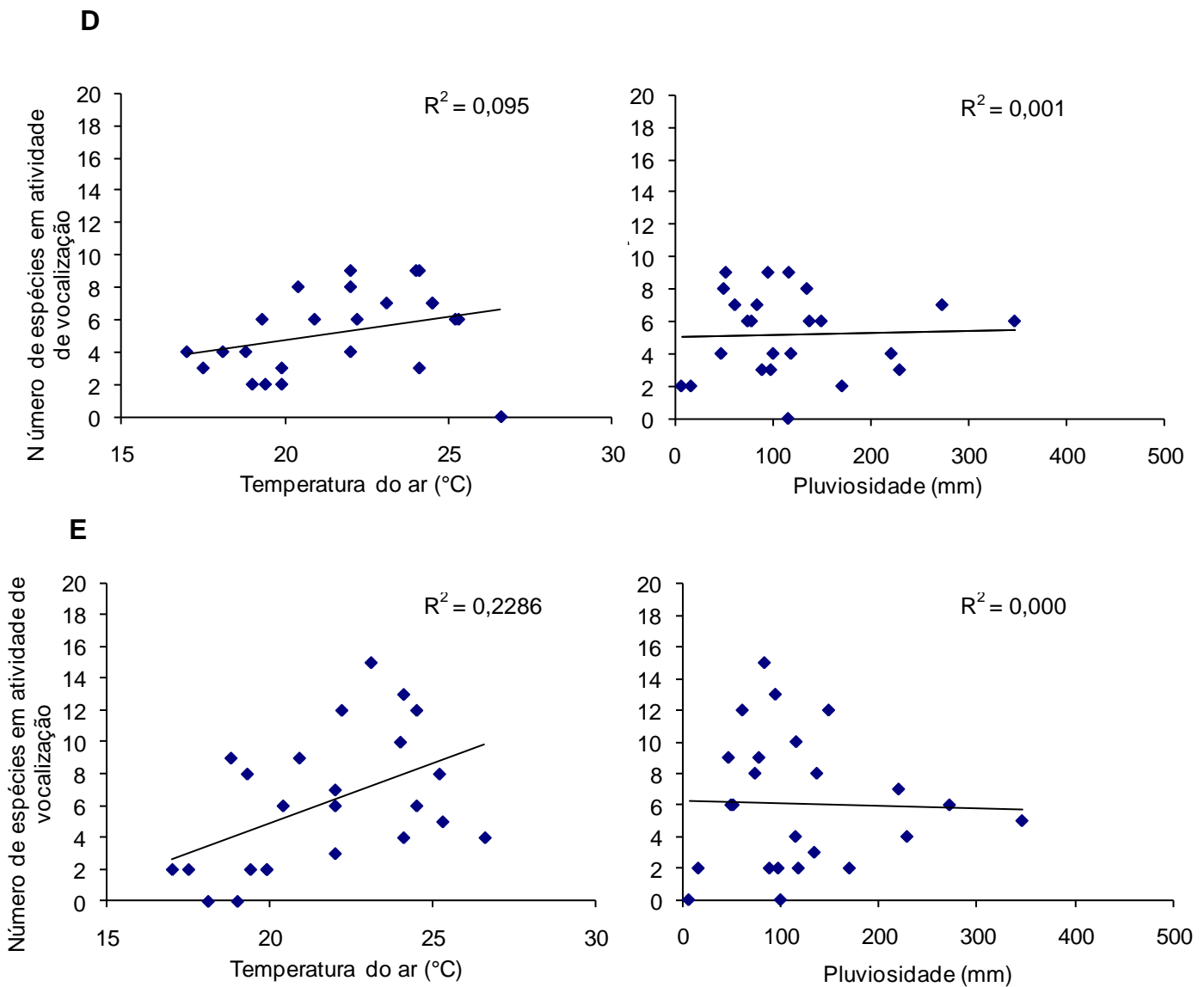


Figura 4- Relação entre o número de espécies em atividade de vocalização e a média da temperatura do ar (°C) e entre o número de espécies em atividade de vocalização e a pluviosidade total mensal (mm); A- Iguape, B- Pariquera-Açu, C- Ilha de Cananéia, D- Ilha Comprida e E- Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo, Brasil.

CAPÍTULO 2- ESTRUTURA DE COMUNIDADES DE ANUROS (AMPHIBIA) DO LAGAMAR PAULISTA



Resumo

Durante os meses de fevereiro de 2007 a janeiro de 2009 foram estudadas as taxocenoses de anuros de quatro municípios do Lagamar Paulista, um complexo estuarino-lagunar caracterizado por três ilhas continentais e porções continentais. Foram realizadas campanhas mensais com duração de três a quatro dias consecutivos nos quais as espécies de anuros foram registradas através do uso de duas metodologias complementares: armadilhas de interceptação e queda e procura ativa. A análise dos dados de composição e riqueza comparada de espécies revelou que as comunidades estudadas estão estruturadas. Este fato pode ser observado também pela análise de similaridade faunística em que houve a formação de dois grupos distintos, um composto pelas comunidades das ilhas Cananéia e Comprida e outro pelas comunidades de Pariquera-Açu e Iguape. Não foi verificada estrutura temporal e espacial para todas as comunidades estudadas. Mecanismos pretéritos relacionados a colonização das ilhas por algumas espécies podem ter sido os maiores responsáveis pelo padrão de estrutura observado para os locais estudados.

Palavras-chave: estrutura de comunidades, Anura, ilhas continentais

Abstract

From February 2007 to January 2009, we studied the anuran taxocenosis of four localities in an estuary-lagoon complex. Such complex is located in the south coast of São Paulo State and characterized by three continental islands and mainland adjacent areas. Monthly surveys, lasting three to four days, were conducted in each area. We used to different and complementary inventory methods: pitfall traps with drift fences and active search. A comparative analysis of species composition revealed that the communities are structured, this fact was also detected by the similarity analysis of the anuran communities, in which we identified two distinct groups, one composed by Cananéia and Comprida islands, and other composed by mainland areas: Pariquera-Açu and Iguape. None temporal or spatial structures were observed for all studied communities. Historical mechanisms related to island colonization by some anuran species may be the most important factor responsible for the pattern of species composition observed among the studied areas.

Keywords: community structure, Anura, Continental Islands

Introdução

“Comunidade” pode ser entendida como conjunto de populações de diferentes espécies presentes num dado local e num dado período (RICKLEFS, 1993). A maneira como e através da qual a comunidade é organizada são temas constantemente debatidos no meio científico.

Há duas principais correntes teóricas ecológicas sobre a natureza dos processos que atuam na organização de uma comunidade; determinística e estocástica. A corrente determinística prevê que determinadas características das espécies componentes de uma comunidade, interações entre essas espécies ou interações entre as espécies e o meio em que vivem, são responsáveis pela estrutura da comunidade (DIAMOND, 1975; TILMAN, 1982; CHASE & LEIBOLD, 2003). Neste contexto, a competição e a predação são apontadas como principais fatores que modulam uma comunidade (HEYER et al., 1975; MORIN, 1983; KATZ et al., 1988; TILMAN, 1994), sendo a coexistência entre espécies facilitada pela utilização diferencial de recursos ou baixa sobreposição de nichos (TILMAN, 1982; TILMAN & PACALA, 1993; CHASE & LEIBOLD, 2003). A corrente estocástica atualmente baseia-se principalmente na teoria da neutralidade de Hubbell (2001). De acordo com esta teoria, cada componente da comunidade é considerado como ecologicamente similar, não existindo espécies competitivamente superiores ou inferiores, ou seja, todas são ecologicamente neutras, daí o nome da teoria (HUBBELL, 2001). Assim, a organização de uma comunidade não pode ser atribuída às diferenças de desempenhos de cada espécie em determinados ambientes, mas sim a eventos demográficos estocásticos (nascimento, morte, colonização e extinção) que resultam em padrões aleatórios na estrutura das comunidades.

Estas teorias não são facilmente testáveis, particularmente porque processos estocásticos e até mesmo determinísticos são difíceis de serem analisados ou visualizados (BROKAW & BUSING 2000; HUBBELL, 2001; AIBA et al., 2004; CHASE, 2007).

Grande parte das teorias ecológicas de estrutura de comunidades resulta de estudos em ambientes insulares, visto que estes representam ambientes fechados cuja formação é temporalmente conhecida (DIAMOND, 1975; LOMOLINO, 1996;

DENSLOW, 2001). Embora o Estado de São Paulo abrigue cerca de 106 ilhas (Ângelo, 1989), há uma carência de estudos de base que determinem a composição faunística (CICCHI et al. 2007; CENTENO et al., 2008; CENTENO, 2009) e por essa razão há poucos estudos sobre mecanismos reguladores e responsáveis pela estrutura de comunidades destas ilhas.

A atual conformação do litoral brasileiro é atribuída a eventos de mudanças no nível do mar ocorridos durante o Quartenário (SOUZA et al. 2005). Durante este período ocorreu também a formação das ilhas continentais e complexos estuarinos ao longo da costa brasileira, tais como o de Cananéia-Iguape. Este complexo é caracterizado pela presença de três ilhas continentais (Ilha de Cananéia, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso) e porções continentais adjacentes (Cananéia, Pariquera-Açu e Iguape) e é conhecido popularmente como Lagamar Paulista. Suguio et al. (1985) estabeleceram os fundamentos básicos da estratigrafia desta região, elaborando uma curva de variação do nível do mar, podendo esta ser assim resumida: 1. *Transgressão Cananéia* (transgressão é o fenômeno de avanço progressivo do nível do mar sobre áreas continentais)– há cerca de 120.000 A. P. o mar teria alcançado o atual sopé da serra do Mar. 2. *Fase Regressiva* (regressão é o fenômeno contrário à transgressão)- durante esta fase, foram gerados vários cordões arenosos litorâneos, correspondentes ao topo da Formação Cananéia. Durante esta fase o nível marinho esteve muito mais baixo que o atual, sendo que há 18.000 anos, o nível do mar teria estado 140 m abaixo do nível atual, expondo os sedimentos anteriormente depositados. No decorrer do período regressivo, foram formadas as planícies de cordões litorâneos de constituição arenosa, assentadas sobre os depósitos arenosos e argilo-arenosos transgressivos. Ainda no decorrer do evento regressivo, houve a formação de canais de drenagem, baías e lagunas sobre o espaço gerado pelo recuo marinho- Formação do sistema Lagunar Iguape-Cananéia. 3. *Transgressão Santos* (Holoceno, 6.000 e 7.000 anos A.P.) - o máximo desta transgressão teria ocorrido há 5.100 anos, quando o nível do mar esteve cerca de 5 m acima do atual. Após o último máximo glacial, por ocasião da transgressão Santos, o mar transgrediu novamente, penetrando prioritariamente pelas partes mais baixas, ou seja, por meio dos canais de drenagem formados durante a

regressão mencionada anteriormente. Após a Transgressão Santos, o nível do mar passou por um processo de descensão contínua até o nível atual.

A partir da análise da riqueza, composição comparativa das comunidades, distribuição espacial e temporal das espécies, o presente estudo teve como objetivos verificar se as comunidades de anuros do Lagamar Paulista seguem um padrão estrutural que possa ser atribuído a mecanismos ecológicos ou processos históricos (e.g., geológicos).

Locais de estudo

O presente estudo foi realizado em três ilhas continentais (Ilha do Cardoso, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia) (48°05'42"W, 25°03'05"S; 25°00'19"S, 47°52'18,7"W e 47°53'16,49"W, 24°55'59,80"S, respectivamente) e em dois locais no continente, adjacentes a estas ilhas (Iguape e Pariquera-Açu) (47°31'52"W; 24°41'14"S e 24°38'44.8"S, 47°48'39.9"W, respectivamente) (Figura 1 da Introdução). Estas áreas estão inseridas no complexo estuarino-lagunar Cananéia-Iguape, litoral sul do Estado de São Paulo. A vegetação característica do local é a de restinga, denominação popular de um mosaico vegetacional que percorre a costa brasileira e está inserido no domínio da Mata Atlântica (COGLIATTI-CARVALHO et al., 2001; SCARANO, 2000). A restinga como um todo oferece uma variedade de microhabitats que podem ser colonizados por diversas espécies de anuros (ROCHA et al., 2008; PEIXOTO, 1995).

Material e métodos

Coleta de dados

Os dados sobre a composição da anurofauna estudada foram obtidos durante os meses de fevereiro de 2007 a janeiro de 2009, através de duas metodologias complementares: procura ativa e armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps with drift fences*). As armadilhas, dispostas em linha, possuíam três baldes distantes 15 metros um do outro e cerca-guia de 50 cm de altura em relação ao solo. Cada linha possui uma réplica de mesmo tamanho e conformação distante aproximadamente 10 m. Entre um ponto amostral e outro foi estabelecida uma distância mínima de 500 m a

fim de evitarmos erros amostrais (ver CECHIN & MARTINS, 2000). As armadilhas de interceptação e queda foram verificadas antes do ocaso durante três dias consecutivos por mês, totalizando 1728 horas de esforço durante todo o período de estudo. A partir do ocaso iniciava-se a procura ativa, realizada tanto em trilhas pré-estabelecidas nas proximidades dos locais onde as armadilhas foram dispostas, como também em corpos d'água eleitos previamente. A coleta de dados através da procura ativa foi realizada mensalmente com duração de três a quatro dias em cada localidade. Foram escolhidos como pontos de amostragem corpos d'água temporários e corpos d'água permanentes e semi-permanentes, localizados dentro da mata de restinga e em áreas abertas nas proximidades. Como ambientes permanentes foram considerados corpos de água lênticos e lóticos, que, independente do tamanho, sofreram pouca ou nenhuma variação no nível de água ao longo do ano. Foram considerados como ambientes semi-permanentes corpos de água lênticos que, durante a estação seca (maio a novembro) (Silva, 1989), apresentavam uma baixa no nível da água (aproximadamente 70%) sem, no entanto, secarem por completo. Por último, foram considerados corpos d'água temporários poças e alagados formados durante eventos de chuvas que durante a estação seca, e eventualmente durante a estação chuvosa, secavam por completo. As bromélias foram consideradas como o quarto ambiente de amostragem por apresentarem características singulares em termos de recursos para a reprodução de anuros. Apenas Iguape apresentou ambiente permanente lótico (riacho); no entanto, por se tratar de apenas uma das localidades em estudo o uso deste local não será aqui analisado.

Cada indivíduo coletado foi fixado em formol 10%, preservado em álcool 70% e depositado na coleção CFBH (Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP). Número da licença do Ibama: 12761-1.

Análises estatísticas

A diversidade de espécies, medida através da riqueza de espécies, obtida para cada local em estudo, foi comparada através da rarefação do índice de riqueza de Jackknife de primeira ordem e seu respectivo intervalo de confiança.

O grau de similaridade quanto a composição de espécies dos locais em estudo foi determinado pela aplicação do coeficiente de Jaccard (cJ), com posterior análise de agrupamento pelo método de *Cluster Analysis*. Para tanto, o método de ligação utilizado para a construção do dendrograma foi o UPGMA. Para verificar a relação entre os graus de similaridade encontrados e as distâncias entre cada local de estudo, foi realizada a correlação de Pearson (*r*).

Para testar padrão de co-ocorrência não aleatória de espécies foi utilizado o software EcoSim, o qual, a partir de uma matriz de presença e ausência de espécies nos locais em estudo, rearranja os dados de maneira a produzir padrões randômicos esperados na ausência de interações competitivas que modulariam a estrutura da comunidade. Usamos as seguintes opções do programa índice *C-score* com valores fixos de restrições linha-coluna e algoritmo “sequential swap” para matrizes randomizadas (10.000 randomizações). Este software parte da teoria de regras de assembléia de Diamond (1975), que prediz que a composição de espécies de um local pode ser comparada a um tabuleiro de xadrez, sendo que em cada célula ou unidade do tabuleiro (UT) há uma combinação possível de pares de espécies. A presença de muitas UTs é uma evidência que as comunidades seguiriam regras de montagem. A equação a seguir mostra como pode ser calculado o número de UTs:

$$UT = (r_i - S)(r_j - S),$$

onde: UT são as unidades do tabuleiro de xadrez, r_i e r_j é o total de locais em que a espécie *i* e *j* ocorrem respectivamente e *S* são os locais ocupados por ambas as espécies *i* e *j*.

O *C-score* é a média das UTs obtidas para cada possível par de espécies. Assim, em uma comunidade estruturada deve haver maior número de UTs que o esperado pelo acaso (DIAMOND, 1975).

Para a determinação da sobreposição de nicho, sendo aqui analisados os ambientes utilizados para a reprodução, foi calculada a frequência de uso de ambientes para cada espécie amostrada, em cada local analisado, ao longo dos meses em que as mesmas foram registradas em atividade de vocalização. As bromélias merecem menção especial já que foram utilizadas como sítios de vocalização por algumas

espécies e de oviposição por apenas algumas. Para a análise supracitada foi considerado apenas o uso das bromélias para atividade de oviposição. Para investigar um padrão não randomizado na sobreposição de nichos utilizamos o “Niche overlap module” com 10.000 aleatorizações do software Ecosim baseado no índice Pianka, descrito através da seguinte equação:

$$O_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij}p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (p_{ij}^2)(p_{ik}^2)}}$$

onde: O_{jk} é a sobreposição de nichos entre uma espécie j e uma espécie k , p_{ij} é a proporção de recursos i utilizados pela espécie j e p_{ik} é a proporção de recursos i utilizados pela espécie k , n é o número total de recursos. Os valores obtidos variam de 1 (sobreposição completa) a 0 (ausência de sobreposição).

Para todas as análises foram considerados significativos valores de $P < 0,05$ (ZAR, 1996).

Resultados

Foi amostrado um total de 32 espécies de anuros para todas as áreas em estudo; 27 espécies em Iguape, 23 em Pariquera-Açu, 21 na Ilha de Cananéia, 17 na Ilha Comprida e 18 na Ilha do Cardoso (Tabela 1).

Através da análise do índice de riqueza de Jackknife de primeira ordem, foi possível verificar que os locais no continente apresentaram maior riqueza quando comparados aos valores de riqueza obtidos para ilhas (Figura 1). No entanto, há uma sobreposição entre o intervalo de confiança deste índice obtido para a Ilha de Cananéia e Pariquera-Açu, embora haja uma tendência apontando para uma maior riqueza nesta última.

Algumas espécies ocorreram em todas as localidades estudadas: *Dendrophryniscus leucomystax*, *Haddadus binotatus*, *Hypsiboas albomarginatus*, *H. faber*, *Leptodactylus bokermannii*, *L. ocellatus*, *Physalaemus spiniger*, *Rhinella ornata* e *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) (Tabela 1). Outras foram registradas apenas nos locais estudados no continente ou apenas nas ilhas. As espécies registradas exclusivamente

no continente foram: *Rhinella icterica*, *Dendropsophus elegans*, *D. microps*, *Hypsiboas raniceps*, *Scinax hayii*, *Crossodactylus caramaschii*, sendo que as duas últimas foram amostradas apenas no Município de Iguape (Tabela 1). As únicas espécies cujas ocorrências foram registradas apenas nas ilhas foram: *Dendropsophus decipiens* (Ilha do Cardoso), *Itapotihyla langsdorffii* (Ilha do Cardoso, Ilha de Cananéia e Ilha Comprida) e *Scinax* sp. (aff. *perpusillus*) (Ilha do Cardoso e Ilha de Cananéia) (Tabela 1). Dentre as espécies exclusivas do continente, cinco foram encontradas em atividade reprodutiva em ambientes permanentes (ver capítulo 1). Das espécies presentes apenas nas ilhas, duas foram encontradas exclusivamente em atividade reprodutiva em ambientes temporários (*Dendropsophus decipiens* e *Itapotihyla langsdorffii*, sendo que a primeira também foi observada utilizando bromélias como sítio de desova). A espécie *Scinax* sp. (aff. *perpusillus*) utilizou exclusivamente as bromélias como sítios reprodutivos.

O maior número de espécies nas áreas continentais foi encontrado em ambientes permanentes, enquanto que o maior número de espécies nas ilhas foi encontrado em ambientes temporários (Tabela 2).

Por meio da análise da composição de espécies foi possível verificar um maior número de unidades do tabuleiro de xadrez que o esperado ao acaso (C score = 0,624; $P < 0,05$) (Figura 2). Isto pode ser evidenciado não apenas através desta análise estatística, mas também através de observação da ausência de determinadas espécies nas ilhas e nos locais do continente, conforme mencionado acima.

Os maiores índices de UT foram encontrados para os seguintes pares de espécies: *Phyllomedusa distincta* e *Scinax* sp. (aff. *perpusillus*), *Itapotihyla langsdorffii* e *Dendropsophus elegans*, *I. langsdorffii* e *Dendropsophus elegans* e entre *I. langsdorffii* e *Hypsiboas raniceps* (todos com seis unidades de tabuleiro de separação).

Pela análise dos dados de similaridade em composição de espécies é possível dizer que as Ilhas Comprida e Ilha de Cananéia apresentam alto grau de similaridade em diversidade de espécies entre si, formando assim um grupo (ver Figura 3) (Similaridade = 76,19%) (Tabela 3). As localidades continentais, Iguape e Pariquera-Açu, formam outro grupo com alto grau de similaridade (72,41%) (Tabela 3). A Ilha do Cardoso aparentemente não apresentou alta similaridade faunística com nenhum dos

outros locais estudados, de maneira que se destacou dos dois grupos supracitados (Figura 3), apresentando índices de similaridade abaixo de 60% quando comparada a todas as localidades aqui estudadas (Tabela 3).

O teste de correlação de Pearson não evidenciou correlação entre a distância geográfica dos locais estudados e o grau de similaridade obtido através do índice de Jaccard ($r = 0,46$; $P = 0,352$).

As médias observadas de sobreposição de nicho ambiental para cada local estudado não foram significativamente menores que as esperadas ao acaso, indicando ausência de partilha quanto ao uso do ambiente para reprodução (Figura 4A-E).

A maior parte das espécies foi observada em atividade reprodutiva no mesmo período (entre setembro e abril) em todos os locais estudados (Tabela 4-8).

Discussão

Segundo MacArthur & Wilson (1967), a quantificação do número de espécies é a maneira mais simples de se estimar a diversidade de espécies de um determinado local, sendo então a base para modelos ecológicos de estrutura de comunidades. Outros parâmetros, tais como abundância e distribuição espacial e temporal das espécies de uma comunidade, também são corriqueiramente utilizados para a inferência da natureza dos processos ecológicos que modulam ou modularam a comunidade (BELL, 2001).

No presente estudo foi registrado um maior número de espécies nos locais do continente, fato muito comum em estudos comparativos entre ilhas e continentes (revisão em MAC ARTHUR & WILSON, 1967). Este fato pode ser explicado pelo próprio efeito de insularização e isolamento. De acordo com a teoria de biogeografia de ilhas de Mac Arthur & Wilson (1967), dois fatores podem responder pela diversidade de espécies em ilhas: tamanho da ilha (quanto maior a ilha, maior a diversidade de espécies) e distância em relação ao continente (quanto maior a distância, menor a diversidade de espécies). Estas características não foram analisadas no presente estudo, visto que as ilhas estudadas surgiram num passado geológico recente, possuem dimensões equivalentes e são relativamente equidistantes do continente.

Soma-se a isso o pequeno número de ilhas estudadas, aquém do necessário para determinarmos um padrão.

Contudo, nossos dados permitem a análise comparativa da composição de espécies. De acordo com as leis de assembléia de Diamond (1975), dentre uma infinidade de possíveis combinações de espécies que podem ocorrer em uma ambiente (ilhas em particular), apenas algumas dessas combinações são observadas na natureza. Segundo Diamond (1975), as interações entre estas espécies, em especial interações competitivas, são as maiores responsáveis pela composição de uma comunidade. A coexistência de espécies pode ser limitada pelos seguintes fatores: competição interespecífica e preferências por habitats em uma escala geográfica (GOTELLI et al., 1997). As comunidades analisadas no presente estudo estão estruturadas, de acordo com o número de unidades de tabuleiro observado. A presença de algumas espécies apenas no continente e outras apenas nas ilhas pode ter sido responsável por este resultado, sendo que os maiores números de unidades de tabuleiro foram encontrados justamente entre os pares de espécies que ocorreram exclusivamente no continente e espécies registradas apenas nas ilhas. Embora não tenhamos testado a pressão da competição nas comunidades, este mecanismo pode não ter sido o principal fator modulador e responsável por esta estrutura. Os pares de espécies nos quais foram registrados os maiores números de unidades de tabuleiro corresponderam a espécies que utilizam diferentes ambientes para a reprodução; assim, a competição por habitat poderia ser eliminada como força modeladora da estrutura destas comunidades. A competição por alimento não foi testada no presente estudo. No entanto, se esse fosse o caso, outros conjuntos de espécies também poderiam apresentar grande número de unidades de tabuleiro. A maior parte das espécies encontradas no continente foi observada em atividade reprodutiva em ambientes permanentes e a maior parte das espécies encontradas nas ilhas utilizou ambientes temporários para a reprodução. Este resultado, aliado a análise dos ambientes ocupados para a reprodução pelas espécies exclusivas das ilhas e continente, nos permite dizer que possivelmente o uso do ambiente para reprodução foi o fator determinante da distribuição de espécies entre os locais estudados. Ambientes como corpos de água permanentes podem não ter sido formados na quantidade

necessária para que uma espécie colonizadora, que se utiliza destes ambientes para reprodução, pudesse se estabelecer nas ilhas. Este fato pode ainda explicar a diversidade mais baixa nas ilhas quando comparada a ambientes continentais (VITOUSEK et al., 1995). Não podemos, porém, descartar a hipótese da migração de poucos indivíduos do continente para as ilhas quando estas emergiram, o que impossibilitou o estabelecimento de certas espécies em ambientes insulares (eventos estocásticos).

Em virtude da ausência de correlação entre as distâncias geográficas e o grau de similaridade apresentado pelas áreas estudadas é possível aventar que a origem geológica das ilhas pode explicar os padrões de similaridade de espécies nas áreas amostradas. No entanto, devemos considerar também as restrições impostas pela metodologia aqui adotada. Um exemplo é a espécie *Crossodactylus carasmaschii*, descrita de Pariqueira-Açu (BASTOS & POMBAL JR., 1995), que não foi amostrada neste Município no presente estudo.

Embora todas as ilhas estudadas tenham se originado durante a Fase Regressiva, não se sabe se durante estes períodos regressivos as ilhas retomaram o contato com o continente ou entre si. Sabe-se que a origem destas ilhas é diferenciada em termos de tempos geológicos. Suguio et al. (2003) concluíram que a Ilha Comprida foi completamente formada durante o Holoceno e que durante o estágio de maior nível do mar (Transgressão Santos) apenas Morretes, a porção mais alta da ilha, estava emersa. Após eventos de regressão a ilha cresceu até a cidade de Iguape sendo então inteiramente formada após o segundo máximo do nível do mar (3.500 A.P.). A Ilha de Cananéia, por sua vez, possivelmente é Pleistocênica, sendo então formada durante a Transgressão Cananéia. O mesmo pode ser dito da Ilha do Cardoso (SUGUIO & MARTINS, 1978; SUGUIO & TESSLER, 1992) que, durante o processo evolutivo Quaternário, teve suas áreas baixas recobertas por depósitos arenosos pleistocênicos, posteriormente retrabalhados durante a Transgressão Santos (SUGUIO & MARTINS, 1978; SUGUIO & TESSLER, 1992).

As semelhanças encontradas entre as Ilhas de Cananéia e Comprida podem indicar que as duas podem ter reestabelecido contato durante o processo regressivo, já que ambas encontravam-se submersas, parcial ou totalmente durante a transgressão

Cananéia. Daí a semelhança na composição da anurofauna de ambos os locais e sua dissemelhança entre os locais no continente. A Ilha do Cardoso, por outro lado, encontra-se mais distante da porção continental no local em que realizamos nossa pesquisa (ver Figura 1 da introdução), de forma que a sua dissimilaridade com os outros locais estudados poderia ser explicada por um possível não reestabelecimento de contato desta ilha com as Ilhas de Cananéia e Comprida durante processos regressivos.

Houve sobreposição significativa no uso de ambientes para a reprodução. Embora este dado, a princípio, indique competição por recursos espaciais, há sempre a possibilidade de que não haja limitações de recursos ou que a partição destes ocorra em um nível não mensurado no presente estudo. O mesmo pode ser dito em relação à distribuição temporal das espécies. As comunidades observadas apresentaram sazonalidade pronunciada, relacionada a fatores abióticos (temperatura do ar ou pluviosidade, ver capítulo 1), sendo que grande parte das espécies apresentou sobreposição temporal na atividade reprodutiva. As espécies que poderiam exibir um certo grau de segregação temporal não utilizaram os mesmos ambientes para a reprodução (exceto pela espécie *Rhinella ornata* na Ilha Comprida), sendo que a sua presença ou ausência poderia ser resultado da influência de fatores abióticos e disponibilidade de recursos para a reprodução e não competição temporal (ver capítulo 1).

Apesar de muitos estudos terem indicado a segregação em comunidades de anuros, tanto espacial como temporal (e.g., CARDOSO & HADDAD, 1992; ROSSA-FERES & JIM, 1994; PRADO et al., 2005), a falta de segregação também já foi apontada em alguns outros estudos (e.g., AFONSO & ETEROVICK, 2007; ETEROVICK & BASTOS, 2003).

A partir dos nossos resultados (riqueza e composição diferenciadas, sobreposição no uso de ambientes para a reprodução e ausência de segregação temporal), podemos aventar algumas hipóteses a respeito dos mecanismos que atuam ou atuaram na conformação das comunidades estudadas: 1- mecanismos pretéritos estocásticos podem ter sido os responsáveis pela estrutura das comunidades, tais como taxas de migração diferenciada de espécies entre as ilhas; 2- mecanismos

determinísticos podem ser os responsáveis pela estrutura observada (e.g., presença ou ausência de um ambiente utilizado pela espécie para a reprodução após processos regressivos), 3- as escalas utilizadas para as medidas de segregação temporal e espacial não são precisas o suficiente para detectar padrões de segregação nas comunidades estudadas e 4- pressão de predação, a presença de diferentes predadores ou abundância diferenciada dos mesmos podem ter afetado a diversidade e abundância de espécies de anuros nas ilhas. A atuação de processos estocásticos e determinísticos concomitantemente é levada em consideração na teoria de nicho estocástico de Tilman (2004). Esta teoria incorpora eventos estocásticos como corresponsáveis pela estrutura de comunidades, juntamente com eventos determinísticos pontuados na teoria de demanda conflitante.

De acordo com os nossos dados, possivelmente a anurofauna local reflete melhor padrões geográficos que processos contemporâneos. O mesmo foi observado para comunidades de salamandras (SLATKIN, 1981; LARSON et al., 1984; ALEXANDRINO et al., 2002). O uso de conhecimentos sobre a história geográfica local é uma ferramenta fundamental para o entendimento de padrões contemporâneos de distribuição e composição de espécies (CADLE & GREENE, 1993).

O uso de modelos nulos, como o apresentado no presente estudo, vem contribuindo de maneira significativa para a compreensão dos mecanismos responsáveis pela estrutura das comunidades (GOTELLI et al., 1997; BELL, 2001; GAINSBURY & COLLI, 2003; ALONSO et al., 2006). Estes modelos geram, através de aleatorizações de matrizes originais, comunidades nulas que são confrontadas com as matrizes originais. Assim, é possível testar a estrutura de uma dada comunidade bem como estabelecer paralelos entre diferentes comunidades. No entanto, ainda são escassos os estudos realizados no Brasil com este tipo de abordagem e, em particular, com a anurofauna. Devido às restrições metabólicas e os padrões de distribuição espacial e temporal dos anuros, estes poderiam servir de modelos interessantes para a determinação de pressões ambientais passadas e atuais que modelam uma comunidade.

Referências

- AFONSO, L. G.; ETEROVICK, P. C. Microhabitat choice and differential use by anurans in forest streams in southeastern Brazil. **Journal of Natural History**, v. 41, p. 13-16, p. 937-948, 2007.
- AIBA, S.; KITAYAMA, K.; TAKYU, M. Habitat associations with topography and canopy structure of tree species in a tropical montane forest on Mount Kinabalu, Borneo. **Plant Ecology**, v. 174, p. 147-161 2004.
- ALEXANDRINO, J.; ARNTZEN, J. W.; FERRAND, N. Nested clade analysis and the genetic evidence for population expansion in the phylogeography of the golden-striped salamander, *Chioglossa lusitanica* (Amphibia: Urodela). **Heredity**, v. 88, p. 66-74, 2002.
- ALONSO, D.; ETIENNE, R. S.; MCKANE, A. J. The merit of neutral theory. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 21, n. 8, p. 451-457, 2006.
- ÂNGELO, S. **Ilhas do litoral Paulista**. Série Documentos. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente-SMA, 1989. 49 p.
- BASTOS, R. P; POMBAL, JR., J. P. New species of *Crossodactylus* (Anura: Leptodactylidae) from Atlantic rain forest of southeastern Brazil. **Copeia**, v. 1995, n. 2, p. 436-439, 1995.
- BELL, G. Neutral macroecology. **Science**, v. 293, p. 2413-2418, 2001.
- BROKAW, N; BUSING, R. T. Niche versus chance and tree diversity in forest gaps. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 15, p. 183-188, 2000.
- CADLE, J. E.; GREENE, H. W. Phylogenetic patterns, biogeography, and the ecological structure of Neotropical snake assemblage. In: RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D. (Org.). **Species diversity in Ecological communities**: historical and geographical perspectives. Chicago: University of Chicago Press, 1993. p. 281-293.
- CARDOSO, A.; HADDAD, C. F. B. Diversidade e turno de vocalizações de anuros em comunidade neotropical. *Acta Zoologica Lilloana*, v. 41, p. 93-105, 1992.
- CECHIN, S. Z.; MARTINS, M. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 729-740, 2000.

- CENTENO, F. C. 2009. **Diversidade e uso do ambiente pelos anfíbios e répteis da ilha de São Sabastião, Ilhabela, SP.** 2009. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- CENTERO, F. C.; SAWAYA, R. J.; MARQUES, O. A. V. Snake assemblage of Ilha de São Sabastião, southeastern Brazil: comparison to mainland. **BiotaNeotropica**, v. 8, n. 3, p. 63-68, 2008. Disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?article+bn00608032008>.
- CICCHI, P. J. P.; SENA, M. A.; PECCININI-SEALE, D. M.; DUARTE, M. R. Snakes from coastal island of state of São Paulo, southeastern Brazil. **BiotaNeotropica**, v. 7, n. 2, p. 227-240, 2007. Disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?inventory+bn03907022007>.
- CHASE, J. M.; LEIBOLD, M. A. **Ecological niches: linking classical and contemporary approaches.** Chicago: University of Chicago Press, 2003. 216 p.
- CHASE, J. M. Drought mediates the importance of stochastic community assembly. **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 104, p. 17430-17434, 2007.
- COGLIATTI-CARVALHO, L.; FREITAS, A. F. N.; ROCHA C. F. D.; VAN SLUYS, M. Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 1, p. 1-9, 2001.
- DIAMOND, J. M. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. **Biological Conservation**, v. 7, p. 129-145, 1975.
- DENSLOW, J. S. The ecology of insular biotas. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 16, n. 8, p. 423-424, 2001.
- ETEROVICK, P. C.; BARROS, I. S. Niche occupancy in south-eastern Brazilian tadpoles communities in montane-meadow streams. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, p. 1-10, 2003.
- GAINSBURY, A. M.; COLLI, G. R. Lizard assemblages from natural Cerrado enclaves in Southwestern Amazonia: the role of stochastic extinctions and isolation. **Biotropica**, v. 35, n. 4, p. 503-519, 2003.

- GOTELLI, N. J.; BUCKLEY, N. J.; WIENS, J. A. Co-occurrence of Australian land birds: Diamond's assembly rules revised. **Oikos**, v. 80, p. 311-324, 1997.
- HARDIN, G. Competitive exclusion principle. **Science**, v. 131, p. 1292-1297, 1960.
- HEYER, W. R.; MCDIARMID, R. W.; WEIGMANN, D. L. Tadpoles, predation, and pond habits in the tropics. **Biotropica**, v. 7, p. 100-111, 1975.
- HUBBELL, S. P. **The unified neutral theory of biodiversity and biogeography**. Princeton: Princeton University Press. 2001. 448 p.
- LARSON, A.; WAKE, D. B.; YANEV, K. P. Measuring gene flow among populations having high levels of genetic fragmentation. **Genetics**, v. 106, p. 293-308, 1984.
- LOMOLINO, M. V. Investigating causality of nestedness of insular communities: selective immigrations or extinctions? **Journal of Biogeography**, v. 23, p. 699-703., 1996
- KATZ, L. B.; PETRANKA, J. W.; SIH, A. Antipredator defenses and the persistence of amphibian larvae with fishes. **Ecology**, v. 69, p. 1865-1870, 1988.
- MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princeton University Press, 1967. 224 p.
- MORIN, P. J. Predatory salamanders reverse the outcome of competition among three species of anuran tadpoles. **Science**, v. 212, p. 1284-1286, 1983.
- PEIXOTO, O. L. Associação de anuros e bromeliáceas na Mata Atlântica. **Revista Universidade Rural**, v. 17, n. 2, p. 22-29, 1995.
- PRADO, C. P. A.; UETANABARO, M.; HADDAD, C. F. B. Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. **Amphibia-Reptilia**, v. 26, n. 2, p. 211-221, 2005.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 470 p.
- RICKLEFS, R. E. A comment on Hubbell's zero-sum ecological drift model. **Oikos**, v. 100, p. 185-192, 2003.
- ROCHA, C. F.D.; HATANO, F. H.; VRCIBRADIC, D.; VAN SLUYS, M. Frog species richness, composition and β -diversity in coastal Brazilian restinga habitats. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 1, p. 109-115, 2008.

- ROSSA-FERES, D. C.; JIM, J. Distribuição sazonal em uma comunidade de anfíbios anuros na região de Botucatu, São Paulo. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 54, n. 2, p. 323-334 1994.
- SLATKIN, M. Estimating levels of gene flow in natural populations. **Genetics**, v. 99, p. 323-335, 1981.
- SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, p. 517-524, 2002.
- SILVA, J. F. **Dados climatológicos de Cananéia e Ubatuba (Estado de São Paulo)**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, 1989. v. 6, p. 1–21.
- SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. **Quartenário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005, 380 p.
- SUGUIO, K.; MARTINS, L. **Formações Quartenárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, 1978. 55 p.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M.G. 1992. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia-Iguape (SP). **Publicação Especial Instituto Oceanográfico**, v. 9, 1992. 33 p.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, p. 273-286, 1985.
- SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; KOWATA, E. A.; MUNITA, C. S.; PAIVA, R. P. Upper Pleistocene deposits of the Comprida Island (São Paulo State) dated by thermoluminescence method. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 75, p. 91-96, 2003.
- TILMAN, D. 1982. **Resource competition and community structure**. Princeton: Princeton University Press, 1982. 296 p.
- TILMAN, D. Competition and biodiversity in spatially structure habitats. **Ecology**, v. 75, p. 2-16, 1994.

- TILMAN, D. Niche tradeoff, neutrality, and community structure: a stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly. **Ecology**, v. 101, n. 30, p. 10854-10861, 2004.
- TILMAN, D.; PACALA, S. The maintenance of species richness in plant communities. In: RICKLEFS, R. E.; MILLER, G. L. (Org.). **Species diversity in ecological communities. Historical and geographical perspectives**. Chicago: The University of Chicago Press, 1993. p. 13-25.
- VITOUSEK, P. M., ADSERSEN, H.; LOOPE, L. L. 1995. Why focus on Islands? In: Islands: biological diversity and ecosystem function. VITOUSEK, P.M.; LOOPE, L.L.; ADSERSEN, H. (Org.). **Ecological Studies**. Berlin: Springer-Verlag, 1995. p. 1-4.
- ZAR, J. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Upper Saddle River Prentice Hall, 1996. 662 p.
- ZIMMERMAN, B. L.; SIMBERLOFF, D. A historical interpretation of habitat use by frogs in a Central Amazonian forest. **Journal of Biogeography**, v. 23, p. 27-46, 1996.

Tabela 1- Relação de presença e ausência de espécies de anuros nos locais amostrados no Lagamar Paulista, Estado de São Paulo. O algarismo 1 indica a presença da espécie.

Espécies	Iguape	Pariquera Açu	Ilha Comprida	Ilha de Cananéia	Ilha do Cardoso
<i>Ischnocnema guentheri</i>	1			1	
<i>Rhinella ornate</i>	1	1	1	1	1
<i>Rhinella icterica</i>	1	1			
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>	1	1	1	1	1
<i>Haddadus binotatus</i>	1	1	1	1	1
<i>Aparasphenodon bokermanni</i>		1			1
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>	1	1			1
<i>Dendropsophus decipiens</i>					1
<i>Dendropsophus elegans</i>	1	1			
<i>Dendropsophus microps</i>	1	1			
<i>Dendropsophus wernerii</i>	1	1	1	1	
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	1	1	1	1	1
<i>Hypsiboas faber</i>	1	1	1	1	1
<i>Hypsiboas raniceps</i>	1	1			
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	1	1	1	1	
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>			1	1	1
<i>Scinax argyreornatus</i>	1		1	1	1
<i>Scinax fuscovarius</i>	1	1	1	1	
<i>Scinax hayii</i>	1				
<i>Scinax littoralis</i>	1			1	1
<i>Scinax</i> sp. (gr. <i>catharinae</i>)	1	1	1	1	
<i>Scinax</i> sp.1 (aff. <i>alter</i>)	1	1	1	1	1
<i>Scinax</i> sp. 2 (aff. <i>alter</i>)	1	1	1	1	
<i>Scinax</i> sp. (aff. <i>perpusillus</i>)				1	1
<i>Phyllomedusa distinct</i>	1	1	1		
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	1				1
<i>Crossodactylus caramaschii</i>	1				
<i>Physalaemus spiniger</i>	1	1	1	1	1
<i>Leptodactylus</i> sp.(gr. <i>marmoratus</i>)	1	1		1	
<i>Leptodactylus bokermanni</i>	1	1	1	1	1
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	1	1	1	1	1
<i>Chiasmocleis leucosticte</i>		1		1	1
Total	27	23	17	21	18

Tabela 2- Relação entre o número de espécies e uso de ambientes das espécies de anuros registradas nos locais estudados, Lagamar Paulista, Estado de São Paulo. Em negrito os maiores valores para cada um dos parâmetros analisados.

	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida	Ilha do Cardoso
Permante	11	12	8	6	5
Semi-permanente interior da mata	7	5	1	3	3
Temporário área aberta	-	-	4	6	6
Temporário interior da mata	6	6	6	4	11
Chão da mata	2	3	3	1	2
Bromélia	-	-	2	1	6

Tabela 3- Valores de similaridade da anurofauna obtidos à partir do índice de Jaccard entre os cinco locais amostrados, litoral sul do Estado de São Paulo. Em negrito os valores mais significativos e representados no cladograma.

	Pariquera Açu	Ilha Comprida	Ilha de Cananéia	Ilha do Cardoso
Iguape	72,41	57,14	56,67	40,63
Pariquera Açu	*	60,00	53,57	46,43
Ilha Comprida	*	*	76,19	45,83
Ilha de Cananéia	*	*	*	52,00

Tabela 4- Espécies de anuros amostradas na Escola Agrícola Narciso de Medeiros, Município de Iguape, Estado de São Paulo, durante o período de estudo, mostrando padrões de distribuição temporal das espécies. As quadrículas preenchidas em preto indicam a presença da espécie em atividade de vocalização.

Família Espécie	2007												2008												2009
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Bufonidae																									
<i>Rhinella ornata</i>			■	■	■	■	■						■		■	■	■	■	■	■					
Craugastoridae																									
<i>Haddadus binotatus</i>																								■	
Hylidae																									
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>										■															
<i>Dendropsophus elegans</i>																									
<i>Dendropsophus microps</i>																									
<i>Dendropsophus werneri</i>																									
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>																									
<i>Hypsiboas faber</i>																									
<i>Hypsiboas raniceps</i>																									
<i>Hypsiboas semilineatus</i>																									
<i>Scinax argyreornatus</i>																									
<i>Scinax fuscovarius</i>																									
<i>Scinax hayii</i>																									
<i>Scinax littoralis</i>																									
<i>Scinax sp.</i>																									
<i>Scinax sp. 1 (aff. alter)</i>																									
<i>Scinax sp. 2 (aff. alter)</i>																									
<i>Phyllomedusa distincta</i>																									
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>																									
Leiuperidae																									
<i>Physalaemus spiniger</i>																									
Leptodactylidae																									
<i>Leptodactylus sp. (gr. marmoratus)</i>																									
<i>Leptodactylus bokermanni</i>																									
<i>Leptodactylus ocellatus</i>																									

Tabela 5- Espécies de anuros amostradas no Parque Estadual Campina do Encantado, Município de Pariquera Açu, Estado de São Paulo, durante o período de estudo, mostrando padrões de distribuição temporal das espécies. As quadrículas preenchidas em preto indicam a presença da espécie em atividade de vocalização.

Família Espécie	2007												2008												2009
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Bufonidae																									
<i>Rhinella ornata</i>						■											■	■	■						
<i>Rhinella icterica</i>						■			■										■	■					
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>																								■	
Craugastoridae																									
<i>Haddadus binotatus</i>																							■	■	
Hylidae																									
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>								■	■	■	■	■							■	■	■	■	■	■	
<i>Dendropsophus elegans</i>								■	■	■	■	■							■	■	■	■	■	■	
<i>Dendropsophus microps</i>								■	■	■	■	■							■	■	■	■	■	■	
<i>Dendropsophus weneri</i>	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
<i>Hypsiboas faber</i>	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
<i>Hypsiboas raniceps</i>	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
<i>Hypsiboas semilineatus</i>	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	
<i>Scinax fuscovarius</i>								■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
<i>Scinax</i> sp.								■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
<i>Scinax</i> sp. 1 (aff. <i>alter</i>)	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
<i>Scinax</i> sp. 2 (aff. <i>alter</i>)	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
<i>Phyllomedusa distincta</i>								■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
Leiuperidae																									
<i>Physalaemus spiniger</i>	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	
Leptodactylidae																									
<i>Leptodactylus</i> sp. (gr. <i>marmoratus</i>)																								■	
<i>Leptodactylus bokermanni</i>									■	■	■								■	■	■	■	■	■	
<i>Leptodactylus ocellatus</i>										■	■	■							■	■	■	■	■	■	

Tabela 6- Espécies de anuros amostradas na Ilha de Cananéia, Município de Cananéia, Estado de São Paulo, durante o período de estudo, mostrando padrões de distribuição temporal das espécies. As quadrículas preenchidas em preto indicam a presença da espécie em atividade de vocalização.

Família Espécie	2007												2008												2009
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Brachycephalidae																									
<i>Ischnocnema guentheri</i>								■																	
Bufo																									
<i>Rhinella ornata</i>									■								■		■						
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>																								■	
Craugastoridae																									
<i>Haddadus binotatus</i>																							■		
Hylidae																									
<i>Dendropsophus weneri</i>	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	■	■	■					■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	
<i>Hypsiboas faber</i>	■	■								■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	
<i>Hypsiboas semilineatus</i>										■	■	■	■	■	■								■	■	
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>											■	■											■	■	
<i>Scinax argyreornatus</i>											■	■											■	■	
<i>Scinax fuscovarius</i>											■	■										■	■	■	
<i>Scinax</i> sp.											■	■										■	■	■	
<i>Scinax</i> sp. 1 (aff. <i>alter</i>)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	
<i>Scinax</i> sp. 2 (aff. <i>alter</i>)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	
<i>Scinax</i> sp. (aff. <i>perpusillus</i>)											■	■	■	■	■								■	■	
Leiuperidae																									
<i>Physalaemus spiniger</i>	■	■	■				■				■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	
Leptodactylidae																									
<i>Leptodactylus</i> sp. (gr. <i>marmoratus</i>)																							■	■	
<i>Leptodactylus bokermanni</i>	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	

Tabela 7- Espécies de anuros amostradas na Ilha Comprida, Município de Ilha Comprida, Estado de São Paulo, durante o período de estudo, mostrando padrões de distribuição temporal das espécies. As quadrículas preenchidas em preto indicam a presença da espécie em atividade de vocalização.

Familia Espécie	2007												2008												2009
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Bufonidae																									
<i>Rhinella ornata</i>																									
Craugastoridae																									
<i>Haddadus binotatus</i>																									
Hylidae																									
<i>Dendropsophus weneri</i>																									
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>																									
<i>Hypsiboas faber</i>																									
<i>Hypsiboas semilineatus</i>																									
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>																									
<i>Scinax argyreomatus</i>																									
<i>Scinax</i> sp.																									
<i>Scinax</i> sp. 1 (aff. <i>alter</i>)																									
<i>Scinax</i> sp. 2 (aff. <i>alter</i>)																									
<i>Phyllomedusa distincta</i>																									
Leiuperidae																									
<i>Physalaemus spiniger</i>																									
Leptodactylidae																									
<i>Leptodactylus bokermanni</i>																									
<i>Leptodactylus ocellatus</i>																									

Tabela 8- Espécies de anuros amostradas na Ilha do Cardoso, Município de Cananéia, Estado de São Paulo, durante o período de estudo, mostrando padrões de distribuição temporal das espécies. As quadrículas preenchidas em preto indicam a presença da espécie em atividade de vocalização.

Familia Espécie	2007												2008												2009
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	
Bufonidae																									
<i>Rhinella ornata</i>			■			■		■						■			■	■							
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>																							■	■	
Craugastoridae																									
<i>Haddadus binotatus</i>																						■			
Hylidae																									
<i>Aparasphenodon bokermanni</i>											■														
<i>Dendropsophus berthalutzae</i>	■	■	■					■			■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	
<i>Dendropsophus decipiens</i>																									
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	■										■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
<i>Hypsiboas faber</i>	■										■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
<i>Itapotihyla langsdorffii</i>											■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
<i>Scinax argyreornatus</i>											■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
<i>Scinax littoralis</i>																									
<i>Scinax sp. 1 (aff. alter)</i>	■	■	■	■							■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
<i>Scinax sp. (aff. perpusillus)</i>	■	■	■								■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>																									
Leiuperidae																									
<i>Physalaemus spiniger</i>	■	■	■								■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
Leptodactylidae																									
<i>Leptodactylus bokermanni</i>	■		■	■							■	■	■	■					■	■	■	■	■	■	
<i>Leptodactylus ocellatus</i>																									
Microhylidae																									
<i>Chiasmocleis leucosticta</i>																									

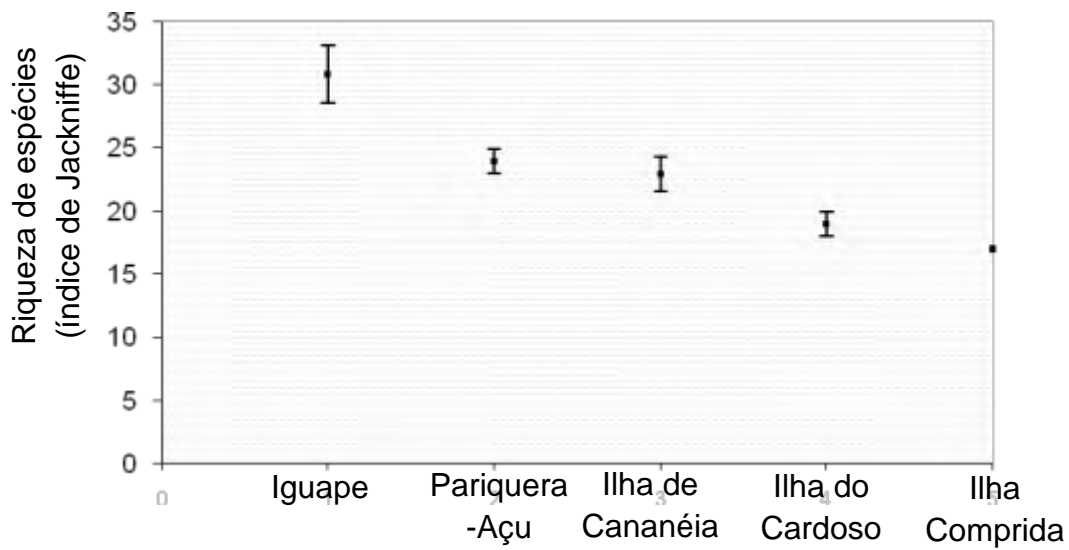


Figura 1- Índices de riqueza de Jackknife de primeira ordem e seus respectivos intervalos de confiança (95%) obtidos para cada localidade durante o período estudado.

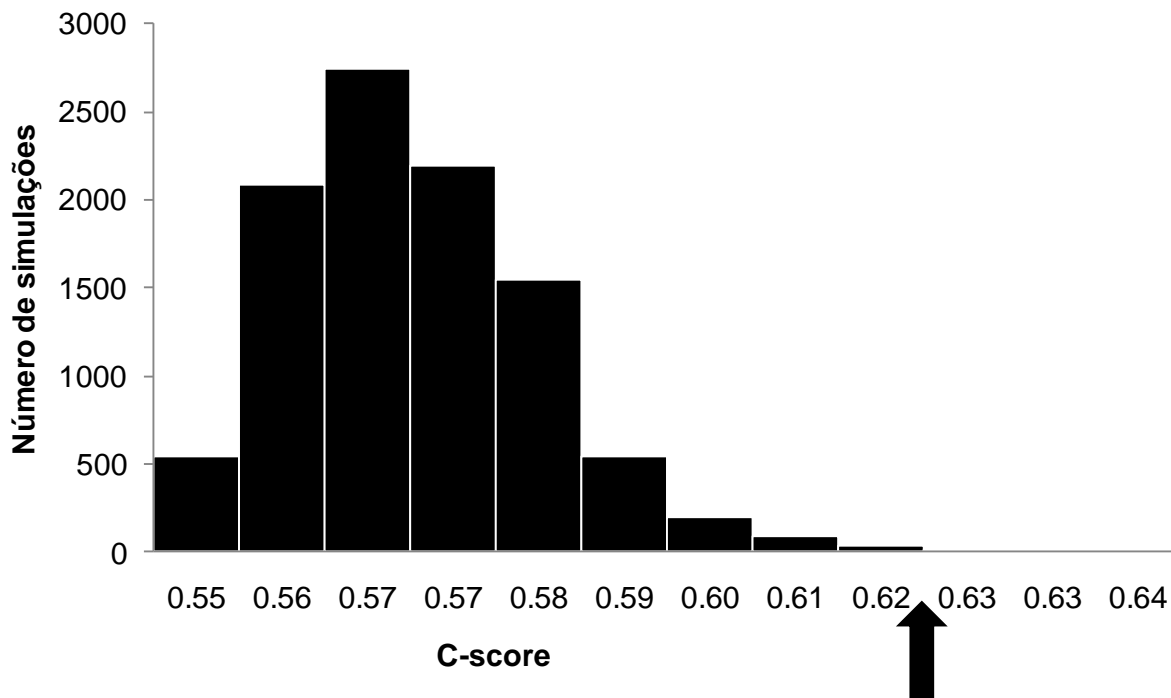


Figura 2- Histograma da distribuição das frequências de interações entre pares de espécies (C-scores). A seta indica a localização no histograma do valor de C-score obtido (média das UTs das espécies amostradas em todos os locais estudados).

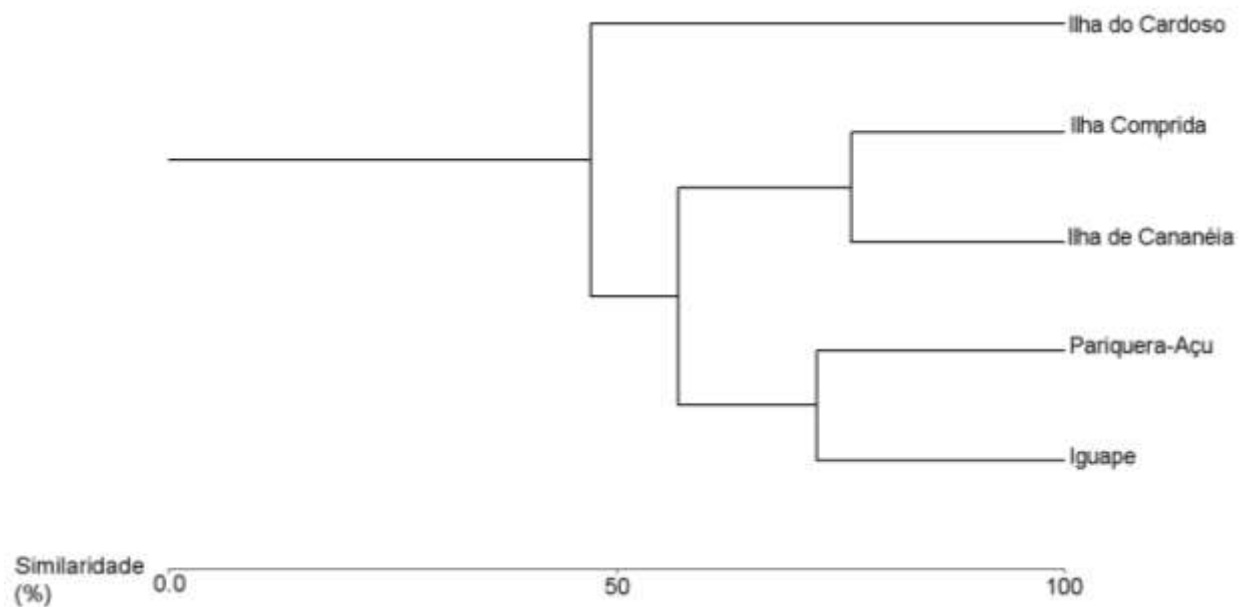


Figura 3- Dendrograma a partir do Índice de Similaridade de Jaccard para os locais estudados entre o período de fevereiro de 2007 e janeiro de 2009, Estado de São Paulo, Brasil (método de ligação UPGMA).

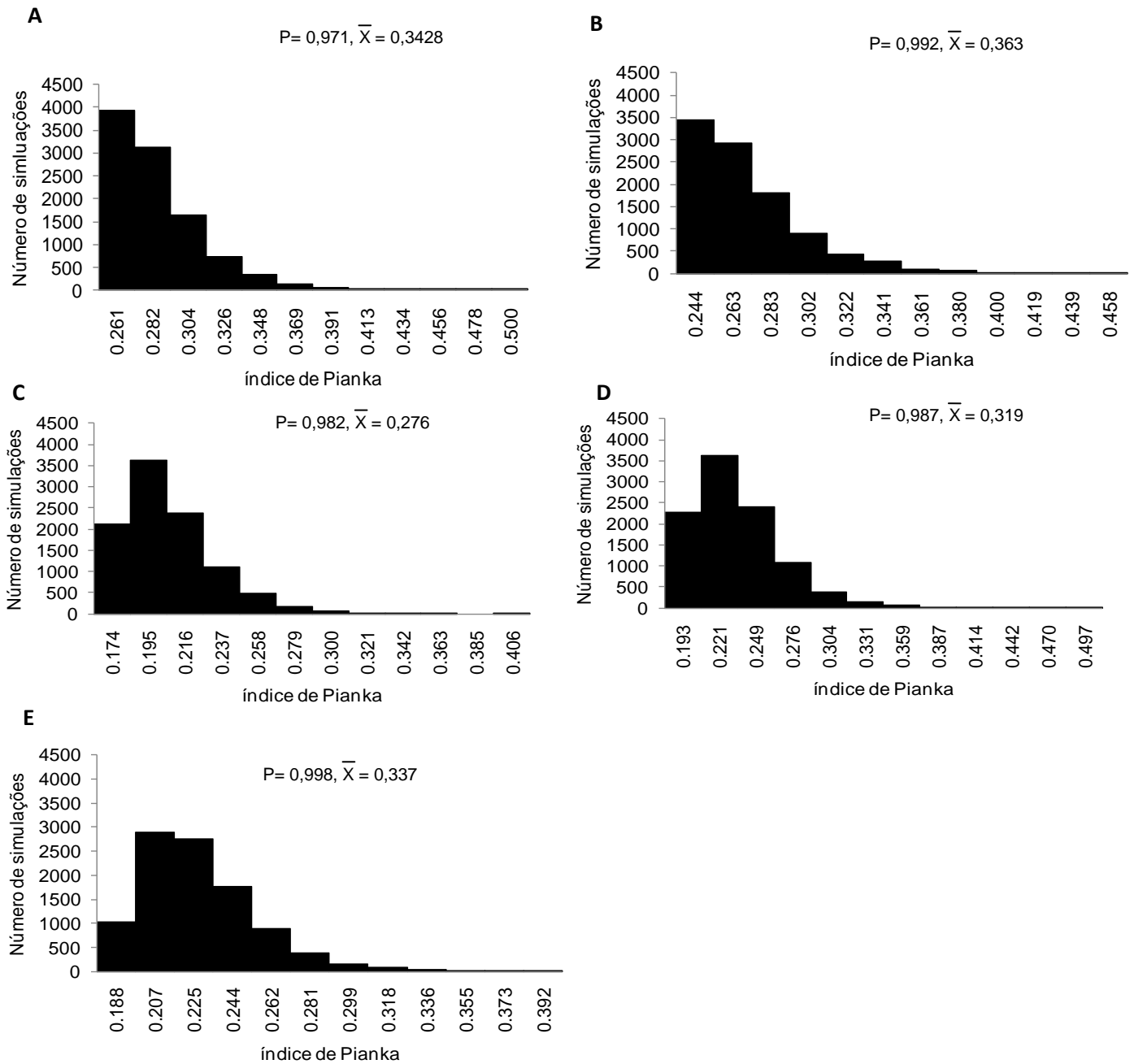


Figura 4- Médias esperadas de sobreposição de nicho espacial entre as taxocenoses de anuros dos locais estudados, sendo A- Iguape, B- Pariquera-Açu, C- Ilha de Cananéia, D- Ilha Comprida e E- Ilha do Cardoso, Lagamar Paulista, Estado de São Paulo. Ao lado de cada gráfico os valores observados das médias e os valores de P para valores observados menores que o esperado.

CAPÍTULO 3- ESTRUTURA DE POPULAÇÕES DE ANUROS (AMPHIBIA) DO LAGAMAR PAULISTA



Resumo

A estrutura de populações pode ser estudada sob duas perspectivas diferentes: ecológica e molecular. Embora confluentes e complementares raros estudos são realizados considerando estas duas visões. O presente estudo teve como objetivo caracterizar a diversidade genética de populações de diferentes espécies de anuros em quatro municípios do Lagamar Paulista: Cananéia, Iguape, Pariquera-Açu e Ilha Comprida. Estes municípios estão inseridos no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape, que conta com três ilhas continentais e porções adjacentes no continente. Embora possua características geográficas interessantes do ponto de vista evolutivo, há poucos estudos genéticos e ecológicos comparativos entre as ilhas e o continente, de maneira que o estudo dos efeitos dos eventos ocorridos durante a formação do complexo sobre a fauna e flora ainda são pouco conhecidos. Foram analisados o DNA mitocondrial de cinco espécies de anuros ocorrentes nos cinco locais estudados (Iguape, Pariquera-Açu, Ilha de Cananéia, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso). Através da análise de parâmetros como composição de haplótipos, diversidade haplotípica, diversidade nucleotídica de cada espécie e valores de F_{st} entre pares de populações, verificamos padrões diferenciados de estrutura para cada espécie, indicando que características intrínsecas destas podem, em conjunto com dados históricos de formação dos locais, responder pelos padrões contemporâneos de estrutura das populações. Este fato reforça a importância de estudos interdisciplinares para a compreensão da organização e evolução das populações.

Palavras-chave: DNA mitocondrial, estrutura de populações de anuros, Lagamar Paulista.

Abstract

Population structure may be studied from two different perspectives: ecological and molecular. Although confluent few studies have been conducted confronting these two points of view. The goal of the present study was to characterize the genetic diversity among populations of anuran species from four different municipalities in the south coast of São Paulo State: Cananéia, Iguape, Pariquera-Açu, and Comprida Island. These municipalities are inserted in an estuary-lagoon complex that harbors three continental islands and mainland adjacent areas. Although this configuration seems very interesting from the evolutionary point of view, there is a lack of studies comparing ecological and genetic data in the region and in Brazil in general. Therefore, the effects of geographical events on fauna and flora populations in the region are unknown. We analyzed the mitochondrial DNA of five different anuran species from five localities (Iguape, Pariquera-Açu, Cananéia Island, Comprida Island, and Cardoso Island). The haplotype composition, haplotype diversity, nucleotide diversity of the five populations and the F_{st} pairwise populations' values revealed different patterns according to the studied species. This indicates that intrinsic characteristics of the species together with local historical background may account for contemporary patterns of population structure. This fact reinforces the importance of interdisciplinary studies for the comprehension of population structure and evolution.

Keywords- mitochondrial DNA, anuran population structure, São Paulo's Lagamar.

Introdução

A estrutura de populações pode ser estudada sob duas perspectivas, ecológica e molecular. Sob a perspectiva ecológica, a organização de uma população pode ser verificada através da análise de aspectos como abundância de indivíduos, taxa de nascimento, crescimento e mortalidade e distribuições espacial e temporal (ver SCHROEDER & BASKETT, 1968; MOREIRA & LIMA, 1991; ZINA & HADDAD, 2006). Assim, os indivíduos de uma população são tomados como unidades de medida de estrutura.

Do ponto de vista molecular, a estrutura de populações ganha outra dimensão; nela a população é analisada a partir de sua composição de haplótipos. Os aspectos históricos e geográficos ganham mais enfoque. Para a análise da estrutura de uma dada população são utilizadas ferramentas, tais como fluxo gênico, frequência de alelos, tamanho efetivo da população e divergências genéticas entre indivíduos de uma mesma população e entre indivíduos de diferentes populações (WIER & COCKERHAM, 1984; BOSSART & PROWELL, 1998; BITTKAU & COMES, 2005; MARTÍNEZ-SOLANO & LAWSON, 2009). Assim, os haplótipos são tomados como unidades de medida da estrutura de populações.

Infelizmente, embora complementares, estas duas visões (ecológica e molecular) ainda são tratadas separadamente (WIENS & DONOGHUE, 2004). Há um consenso de que a organização de uma comunidade é um evento muito mais complexo, que não é influenciada somente pelos fatores ecológicos, mas também por fatores históricos de colonização do ambiente, fatores físicos e restrições filogenéticas (ver BROOKS & MCLENNAN, 1991; CADLE & GREENE, 1993).

As mudanças no nível do mar durante o Quaternário são consideradas as responsáveis pela atual conformação do litoral brasileiro. Estas mudanças resultaram em vicariância de populações de diversas espécies ao longo da costa, assim como o isolamento destas em ilhas continentais (ver MARQUEZ et al., 2002; GRAZZIOTIN et al., 2006; BRASILEIRO et al., 2007a,b,c). Embora este cenário de mudanças geográficas pretéritas seja extremamente interessante do ponto de vista evolutivo, poucos estudos foram realizados ao longo da costa brasileira relacionando a estrutura de populações a eventos geográficos que modelaram a costa. O uso de informações

geológicas e geográficas pode auxiliar no entendimento da estrutura atual das populações (CADLE & GREENE, 1993). O contrário também é válido: a estrutura de populações pode ser usada para o entendimento da história geológica e geográfica local (e.g., FITZPATRICK, 2009). Neste contexto, espécies de distribuição geográfica ampla e de fácil captura podem ser utilizadas como ferramentas para a determinação dos processos de formação de sistemas. Fitzpatrick et al. (2009), através da análise da estrutura populacional de espécies do gênero *Thoropa*, observaram diferenças quanto a estrutura de populações ao longo da Mata Atlântica do Espírito Santo ao Estado de São Paulo. A partir dos resultados obtidos, estes autores relacionaram a estrutura das populações com eventos de formação do bioma da Mata Atlântica e eventos vicariantes mais recentes, aos quais esteve sujeita a região sul de São Paulo.

O Lagamar Paulista é a denominação popular para o complexo estuarino-lagunar localizado no litoral sul do Estado de São Paulo, divisa com o Estado do Paraná. De acordo com Suguio et al. (1985), os processos que resultaram na atual conformação do Lagamar paulista podem ser assim resumidos: 1. *Transgressão Cananéia* - há cerca de 120.000 A. P. o mar teria alcançado o atual sopé da serra do Mar. 2. *Fase Regressiva* - durante esta fase, foram gerados vários cordões arenosos litorâneos, correspondentes ao topo da Formação Cananéia. Durante esta fase o nível marinho esteve muito mais baixo que o atual, sendo que há 18.000 anos, o nível do mar teria estado 140 m abaixo do nível atual, expondo os sedimentos anteriormente depositados. No decorrer do período regressivo, foram formadas as planícies de cordões litorâneos de constituição arenosa, assentadas sobre os depósitos arenosos e argilo-arenosos transgressivos. Ainda no decorrer do evento regressivo, houve a formação de canais de drenagem, baías e lagunas sobre o espaço gerado pelo recuo marinho - Formação do sistema Lagunar Iguape-Cananéia. 3. *Transgressão Santos* (Holoceno, 6.000 e 7.000 anos A.P.) - o máximo desta transgressão teria ocorrido há 5.100 anos, quando o nível do mar esteve cerca de 5 m acima do atual. Após o último máximo glacial, por ocasião da transgressão Santos, o mar transgrediu novamente, penetrando prioritariamente pelas partes mais baixas, ou seja, por meio dos canais de drenagem formados durante a regressão mencionada anteriormente. Após a

Transgressão Santos, o nível do mar passou por um processo de descensão contínua até o nível atual.

Em uma escala menor, regional, como o presente estudo, o uso de informações provenientes de diferentes espécies pode auxiliar no entendimento dos processos locais que moldaram a região do Lagamar Paulista.

Logo, os objetivos do presente estudo foram: 1- quantificar a variabilidade genética através do uso de marcadores moleculares mitocondriais para cinco espécies de anuros: *Rhinella ornata*, *Dendrophryniscus leucomystax*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) e *Haddadus binotatus*, compartilhadas entre os locais estudados (três ilhas continentais: Ilha do Cardoso, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia, e dois locais adjacentes no continente: Iguape e Pariquera-Açu), 2- verificar sinais de isolamento geográfico e expansão populacional para cada espécie nos locais estudados, relacionando estes parâmetros ao histórico de formação das ilhas e 3- comparar os padrões observados para cada espécie, relacionando-os com informações ecológicas e morfológicas de cada espécie.

Material e métodos

Áreas de estudo e coleta de amostras

O presente estudo foi realizado em três ilhas continentais (Ilha do Cardoso, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia) (48°05'42"W, 25°03'05"S; 25°00'19"S, 47°52'18,7"W e 47°53'16,49"W, 24°55'59,80"S, respectivamente) e em dois locais no continente adjacentes a estas ilhas (Iguape e Pariquera-Açu) (47°31'52"W; 24°41'14"S e 24°38'44.8"S, 47°48'39.9"W, respectivamente) (Figura 1 da Introdução). Estas áreas estão inseridas no complexo estuarino-lagunar Cananéia-Iguape, localizado no litoral sul do Estado de São Paulo. Durante fevereiro 2007 a janeiro de 2009 foi verificada a composição da anurofauna de cada localidade, espécies exclusivas e espécies que ocorriam em todos os locais. As análises moleculares foram realizadas com algumas das espécies registradas nos cinco locais estudados: *Rhinella ornata*, *Dendrophryniscus leucomystax*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) e *Haddadus binotatus*. As amostras de tecido foram obtidas de indivíduos coletados

através da procura ativa (fígado) e de indivíduos amostrados através do uso de armadilhas de interceptação e queda (dedo). Os tecidos foram preservados em álcool P.A. para posterior extração de DNA.

Análises moleculares

Foram sequenciados 87 indivíduos de *Rhinella ornata* (7 da Ilha de Cananéia, 22 da Ilha do Cardoso, 18 da Ilha Comprida, 16 de Pariquera-Açu e 24 de Iguape), 57 indivíduos de *Dendrophryniscus leucomystax* (18 da Ilha de Cananéia, 14 da Ilha do Cardoso, 8 de Pariquera Açu e 4 de Iguape), 56 indivíduos de *Hypsiboas albomarginatus* (7 da Ilha de Cananéia, 11 da Ilha Cardoso, 21 da Ilha Comprida, 10 de Pariquera-Açu e 7 de Iguape), 64 indivíduos de *Scinax* sp. 1 (aff. alter) (15 da Ilha de Cananéia, 10 da Ilha do Cardoso, 9 da Ilha Comprida, 16 de Pariquera-Açu e 14 de Iguape) e 39 indivíduos de *Haddadus binotatus* (2 da Ilha de Cananéia, 5 da Ilha do Cardoso, 4 da Ilha Comprida, 17 de Pariquera-Açu e 11 de Iguape). Para todas as espécies foram analisados fragmentos mitocondrais da região controle, região que apresenta grande variabilidade e evolução rápida e que por estas razões é muito utilizada em estudos de divergências populacionais relativamente recentes. Para as espécies analisadas foram utilizados os pares de iniciadores (*primers*) listados na Tabela 1.

O DNA do fígado ou dedos foi extraído através do Kit DNeasy (QIAGEN, Valencia, California) seguindo as recomendações do fabricante. Os extratos foram eluídos em 100 a 150 µl de buffer para uso nas reações de PCR. As amplificações foram realizadas com a seguinte receita: 1 µl de DNA, 2,5 µl 10X buffer com 1,5 mM MgCl₂, 0,475 de bases nitrogenadas, 1 µl de cada primer (3'-5'e 5'-3'), 0,125 µl de Taq polimerase e 18,9 µl de água deionizada, totalizando um volume de 25 µl. As reações de PCR consistiram em 5 minutos iniciais de denaturação a 94°C, 37 ciclos de amplificação com um minuto denaturação a 94°C, um minuto à temperatura de anelamento para cada primer e espécie, um minuto para extensão a 72 °C e 5 minutos finais de temperatura de extensão (72°C). O produto de PCR foi visualizado em gel de agarose a 1,5% corado com brometo de etídeo para verificarmos o tamanho do fragmento amplificado. Após a verificação em agarose, os produtos de PCR foram

submetidos a uma purificação enzimática (EXOSAP), para eliminação do excesso de iniciadores e dNTPs. Para o sequenciamento foram utilizados os mesmos primers nas duas direções (0,12 µl), 1 µl de produto de PCR purificado, 1 µl de Ready Reaction Mix, 0,5 µl 5X Sequencing Buffer e 2,38 µl de água deionizada, totalizando um volume de 5 µl. Este produto foi então purificado com Sephadex G-50 e em seguida sequenciado em sequenciador automático (ABI Prism 3700 DNA, Applied Biosystems, Foster City, California). Os eletroferogramas resultantes do processo de sequenciamento foram checados visualmente através do programa Sequencher v.4.1 (GeneCodes, Ann Arbor, Michigan).

Diversidade molecular e processos demográficos históricos

O conjunto de sequências de cada espécie foi alinhado pelo método Clustal W através do software MegaAling v. 6.1.2. As redes de haplótipos foram construídas através do software TCS software que utiliza 95% de parcimônia estatística para elaborar as redes (CLEMENT et al., 2000). Para uma melhor visualização das redes de haplótipos resultantes foi utilizado o software Yed Graph Editor versão 3.2.0.1.

Para estimar o número de grupos populacionais foi utilizado o software SAMOVA que realiza uma análise espacial de variação molecular (*Spatial Analysis of Molecular Variance*). Através desse software são definidos os grupos de populações que são geograficamente homogêneas e maximamente diferenciadas umas das outras. Este software é baseado em um procedimento de anelamento que objetiva maximizar a proporção de variação genética devido a diferenças entre os grupos inicialmente estipulados (DUPANLOUP et al., 2002). Através do índice Fct (proporção da variação genética devido a diferenças entre grupos) são então escolhidos os grupos populacionais mais adequados e significativos. Além de atribuir grupos de populações, este software também informa as porcentagens de variação genética entre grupos, entre populações dentro de cada grupo e dentro das populações.

A variabilidade genética nas ilhas e no continente e a diversidade haplotípica foram estimadas através do uso do software Arlequin 3.11 (SCHNEIDER et al. 2000), no qual também foram obtidos valores de Fst (medida das diferenças genéticas entre populações) de populações pareadas. Este software contrói, através de randomizações

(foram utilizadas no presente estudo 10.000 randomizações), valores de distribuição nula para pares de populações, os quais são comparados com os valores empíricos de F_{st} para cada par de populações. Também foi realizada a análise de *mismatch*, na qual é analisada a distribuição do número observado de diferenças entre pares de haplótipos (ROGERS & HARPENDING 1992). Esta análise fornece informações sobre o histórico demográfico das populações. Populações em equilíbrio demográfico possuem distribuição multimodal, enquanto que distribuições unimodais (próximas as de Poisson) sugerem expansão demográfica recente, possivelmente posterior a gargalos populacionais. Foram calculados os seguintes parâmetros de expansão: τ (idade de expansão = $2\mu t$), θ_0 (tamanho populacional anterior à expansão = $2\mu N_0$, onde N_0 representa o tamanho populacional efetivo de fêmeas) e θ_1 (tamanho populacional após expansão = $2\mu N_1$, onde N_1 representa o tamanho populacional efetivo de fêmeas). A adequação dos dados à distribuição *mismatch* de expansão demográfica populacional foi avaliada através de 500 réplicas *bootstraps*. A significância dos dados foi estimada através da comparação da soma dos quadrados dos desvios (SQD) entre os dados observados e simulados no modelo de expansão populacional, rejeitando-se o modelo de expansão no caso de valores significativos de P . Foram também calculados os valores de Tajima (D) (TAJIMA, 1989) como um segundo teste de desvio da neutralidade; populações que experimentaram crescimento populacional apresentam valores significantes e negativos de D (TAJIMA, 1989). A significância do desvio de valores esperados de populações em condição demográfica estacional foi testada através de 10.000 réplicas *bootstraps*. Embora tenhamos obtido grupos populacionais através da análise espacial de variação genética, os testes de *mismatch* e de Tajima foram realizados para cada população (Iguape, Pariquera-Açu, Ilha de Cananéia, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso) separadamente devido a possíveis diferenças históricas de formação das populações.

Foram considerados significativos valores de $P < 0,05$ (ZAR, 1996).

Resultados

Rhinella ornata

Através da análise de 945 pares de bases de fragmentos mitocondriais da região controle de 87 indivíduos de *R. ornata*, foram obtidos 50 haplótipos que variaram conforme as populações (Tabela 2). O maior número absoluto de haplótipos ocorreu nos locais no continente (Iguape e Pariquera-Açu). Este valor, ajustado ao número de indivíduos analisados foi maior nas ilhas (h/N) (Ilha do Cardoso, Ilha de Cananéia e Ilha Comprida). As maiores porcentagens de haplótipos exclusivos foram registradas para Iguape e Ilha do Cardoso, enquanto que os locais que apresentaram as maiores porcentagens de haplótipos compartilhados foram Ilha Comprida e Ilha de Cananéia. As maiores diversidades haplotípicas e nucleotídicas foram encontradas em Iguape, Pariquera-Açu e Ilha do Cardoso (Tabela 2).

Os valores de F_{st} variaram de 0,050 a 0,2226 (Tabela 3) e foram maiores entre Pariquera-Açu e Ilha de Cananéia, Ilha de Cananéia e Ilha Comprida e Ilha de Cananéia e Ilha do Cardoso. Todos os valores de P foram significativos (Tabela 3).

Embora tanto o agrupamento em três como o em quatro grupos tiveram valores altos de F_{ct} e a porcentagem de variação tenha sido maior no agrupamento em quatro grupos, este último não obteve valores significativos de P . Assim, assume-se que o melhor agrupamento para a espécie seja o em três grupos (1- Ilha Comprida e Ilha de Cananéia, 2- Ilha do Cardoso e 3- Iguape) (Tabela 4).

A variação dentro das populações, em todos os casos, foi maior que a variação entre os grupos (13,39%) e entre populações dentro dos grupos (Tabela 4).

A análise da rede de haplótipos revelou uma estrutura fraca de populações, sendo que muitos haplótipos são compartilhados entre diferentes populações dos locais estudados (Figura 1) (Tabela 2). No entanto, um agrupamento composto apenas por indivíduos da Ilha do Cardoso não se conectou na rede de haplótipos (intervalo de confiança de 95%), sendo necessária a inclusão de um passo mutacional adicional.

A análise dos dados de *mismatch* para *R. ornata* indicou expansão demográfica para todas as populações analisadas ($P > 0,05$ em todos os locais estudados). No entanto, para nenhum dos locais o P foi significativo para o teste de Tajima (Tabela 5).

Dendrophryniscus leucomystax

Através da análise de 739 pb da região controle de 57 indivíduos de *D. leucomystax* obtivemos 19 haplótipos distintos. O maior número absoluto de haplótipos foi registrado nas Ilhas de Cananéia e Pariqueira-Açu, sendo que para estes locais também foi registrado o maior número relativo (h/N) de haplótipos. Para *D. leucomystax* todos os haplótipos foram exclusivos de cada localidade. As maiores diversidades haplotípicas foram registradas em Pariqueira-Açu e Ilha de Cananéia, enquanto que as maiores diversidades nucleotídicas foram observadas nas ilhas de Cananéia e Comprida, respectivamente (Tabela 2).

Os valores de F_{st} variaram de 0,1587 a 0,80549, sendo que os maiores valores foram observados entre a Ilha do Cardoso e Iguape, Ilha do Cardoso e Pariqueira-Açu e Ilha do Cardoso e Ilha Comprida (Tabela 6). Todos os valores de P foram $<0,05$, o que indica significância estatística de diversidade genética interpopulacional.

Da mesma forma que em *R. ornata*, tanto o agrupamento em três como o em quatro grupos obtiveram maiores valores de F_{ct} e porcentagem de variação. No entanto, apenas a configuração de três grupos obteve valores significativos de P . Assim, assume-se que o melhor agrupamento para a espécie seja: 1- Ilha de Cananéia, 2- Ilha Comprida, Iguape e Pariqueira-Açu e 3- Ilha do Cardoso (Tabela 7). As variações entre populações tiveram valores próximos à variação entre grupos.

Pela análise da rede de haplótipos é possível notar que os haplótipos encontrados nos continentes encontram-se “espalhados” pela rede de haplótipos, ao passo que os haplótipos das ilhas estão mais concentrados em determinadas áreas da rede. Observa-se também a formação de um grupo composto apenas por haplótipos da Ilha de Cananéia, o qual conectou-se à rede apenas com a inclusão de sete passos mutacionais adicionais (Figura 2). Desta forma, *D. leucomystax* apresentou um maior grau de estruturação quando comparada à espécie anterior (*R. ornata*).

A análise de *mismatch* para *D. leucomystax* indicou expansão populacional nas populações de Iguape e da Ilha do Cardoso (Tabela 8). No entanto, o teste de Tajima (D) apresentou valores significativos apenas para a Ilha do Cardoso. Para as outras populações (Ilha Comprida, Ilha de Cananéia e Pariqueira-Açu) os valores de *mismatch* indicaram equilíbrio demográfico.

Hypsiboas albomarginatus

Através da análise de 1207 pb da região controle de 57 indivíduos de *H. albomarginatus* obtivemos 24 haplótipos distintos. Os maiores números absolutos e relativos (h/N) de haplótipos foram registrados nos locais continentais (Iguape e Pariquera-Açu) (Tabela 2). As maiores porcentagens de haplótipos exclusivos foram registradas para os locais no continente, enquanto que as ilhas apresentaram as maiores porcentagens de haplótipos compartilhados.

As maiores diversidades haplotípicas foram obtidas para os locais no continente (Iguape e Pariquera-Açu), enquanto que os maiores valores de diversidade nucleotídica foram obtidos na Ilha do Cardoso e em Iguape (Tabela 2).

Os valores de F_{st} variaram de 0,04167 a 0,38365, sendo que os maiores valores foram obtidos para os seguintes pares de populações: Ilha do Cardoso e Iguape, Ilha do Cardoso e Ilha de Cananéia e Ilha do Cardoso e Ilha Comprida (Tabela 9). Apenas o F_{st} pareado das populações de Iguape e Pariquera-Açu não foi significativo ($P = 0,10$). Em relação à rede de haplótipos obtida para a espécie foi possível observar um certo grau de estruturação, com alguns haplótipos compartilhados (Figura 3).

Da mesma forma que para *R. ornata* e *D. leucomystax*, tanto o agrupamento em três como o em quatro grupos obtiveram maiores valores de F_{ct} e porcentagem de variação. No entanto, apenas o agrupamento em três obteve valores significativos de P . Assim, assume-se que o melhor agrupamento para a espécie seja: 1- Ilha do Cardoso, 2- Ilha Comprida e Ilha de Cananéia e 3- Iguape e Pariquera-Açu (Tabela 10). A variação dentro das populações, em todos os casos, foi maior que a variação entre os grupos e entre populações dentro dos grupos (Tabela 10).

A análise de *mismatch* indicou expansão populacional para Pariquera-Açu e Ilha Comprida, porém, apenas para a última localidade o teste de Tajima (D) foi significativo (Tabela 11).

***Scinax* sp. 1 (aff. *alter*)**

Através da análise de 731 pb da região controle de 64 indivíduos de *Scinax* sp. (aff. *alter*) obtivemos 38 haplótipos distintos. O maior número absoluto e relativo de haplótipos foi encontrado em Iguape e na Ilha de Cananéia. A maior porcentagem de

haplótipos exclusivos foi encontrada nas ilhas, enquanto o maior número de haplótipos compartilhados foi encontrado nos locais no continente. A maior diversidade haplotípica, bem como a maior diversidade nucleotídica foram registradas em Iguape e na Ilha de Cananéia (Tabela 2).

Os valores de F_{st} variaram de 0,04580 a 0,12446, sendo que os maiores valores de F_{st} foram obtidos entre Ilha do Cardoso e Pariquera-Açu, Ilha do Cardoso e Ilha Comprida e Ilha Comprida e Pariquera-Açu (Tabela 12). Todos os valores de F_{st} foram estatisticamente significativos, o que indica alta diversidade genética entre populações.

A análise visual da rede de haplótipos de *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) revelou baixa estruturação populacional. No entanto, é possível observar que as populações das ilhas encontram-se separadas das demais. Os haplótipos do continente também podem ser observados espalhados na rede de haplótipos. Alguns haplótipos foram compartilhados entre até três locais estudados (Figura 4).

O agrupamento em dois grupos (1- Ilha do Cardoso, 2- Ilha Comprida, Ilha de Cananéia, Iguape e Pariquera-Açu) obteve maiores valores de F_{ct} e variação, sendo estatisticamente significativos. Assim, assume-se essa configuração de grupos populacionais como sendo a que melhor representa as populações de *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*). Neste caso, a variação entre grupos foi maior que a variação entre populações (Tabela 13).

A análise de *mismatch* para *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) indicou expansão populacional para todas as populações. No entanto, apenas para Ilha do Cardoso o teste de Tajima apresentou valor significativo estatisticamente (Tabela 14).

Haddadus binotatus

Através da análise de 925 pb da região controle de 40 indivíduos de *H. binotatus* obtivemos 30 haplótipos distintos. O maior número de haplótipos foi encontrado em Iguape e em Pariquera-Açu, enquanto que o maior número relativo de haplótipos foi encontrado em Iguape e na Ilha Comprida. Todos os haplótipos encontrados foram exclusivos das localidades em que os indivíduos foram amostrados (Tabela 2).

Os valores de diversidade haplotípica foram altos para todos os locais estudados. As maiores diversidades haplotípica e nucleotídica foram encontradas em Iguape e na Ilha do Cardoso (Tabela 2).

Os valores de F_{st} foram os mais baixos dentre as espécies estudadas, variando de 0,01 a 0,09, sendo que os maiores valores ocorreram entre a Ilha Comprida e Pariquera-Açu e Ilha Comprida e Ilha de Cananéia (Tabela 15). Com exceção do par Ilha Comprida e Pariquera-Açu, todos os valores de F_{st} não foram significativos, o que indica uma baixa diversidade genética inter-populacional.

Os agrupamentos em dois grupos e em três grupos obtiveram maiores valores de F_{ct} e variação; no entanto, não foram significativos. Assim, assume-se a configuração em quatro grupos (1- Ilha de Cananéia, 2- Ilha do Cardoso, 3- Ilha Comprida e 4- Iguape e Pariquera-Açu) como sendo a que melhor representa as populações de *H. binotatus*. A variação dentro das populações foi maior em todos os agrupamentos (Tabela 16).

Em relação à rede de haplótipos, novamente os haplótipos do continente encontram-se espalhados enquanto os haplótipos das ilhas encontram-se agrupados.

A análise de *mismatch* para *Haddadus binotatus* indicou expansão populacional para as populações da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso (Tabela 17). No entanto, para ambas as populações os valores de Tajima (D) não foram significativos estatisticamente.

Discussão

Embora todas as ilhas estudadas tenham se originado durante a Fase Regressiva, não se sabe se durante estes períodos regressivos as ilhas retomaram o contato com o continente ou entre si. Sabe-se que a origem destas ilhas é diferenciada em termos de tempos geológicos. Suguio et al. (2003) concluíram que a Ilha Comprida foi completamente formada durante o Holoceno e que durante o estágio de maior nível do mar (Transgressão Santos) apenas Morretes, a porção mais alta da ilha, estava emersa. Após eventos de regressão a ilha cresceu até a cidade de Iguape, sendo então inteiramente formada após o segundo máximo do nível do mar (3.500 A.P.). A Ilha de Cananéia, por sua vez, possivelmente é Pleistocênica, tendo sido formada

durante a Transgressão Cananéia. O mesmo pode ser dito da Ilha do Cardoso (SUGUIO & MARTINS, 1978; SUGUIO & TESSLER, 1992) que, durante o processo evolutivo Quaternário, teve suas áreas baixas recobertas por depósitos arenosos pleistocênicos, posteriormente retrabalhados durante a Transgressão Santos (SUGUIO & MARTINS, 1978; SUGUIO & TESSLER, 1992).

Diante do cenário de formação do Lagamar Paulista exposto acima, e como para cada espécie aqui analisada obteve-se uma estrutura populacional diferenciada relacionada a possíveis cenários ecológicos e geológicos, cada espécie será discutida separadamente.

Rhinella ornata

Analisando a diversidade genética e haplotípica de cada população de *R. ornata*, é possível notar que as populações de Iguape, Pariquera-Açu e Ilha do Cardoso apresentaram alta diversidade nucleotídica e alta diversidade haplotípica. De acordo com Grant & Bowen (1998), a combinação destas duas características ocorre em populações grandes com histórias evolutivas antigas ou contato secundário entre diferentes linhagens. Por outro lado, as populações da Ilha Comprida e Ilha de Cananéia apresentaram diversidade haplotípica alta e diversidade nucleotídica baixa, seguindo o padrão de uma população que sofreu efeito gargalo seguido por rápido crescimento e acúmulo de mutações (GRANT & BOWEN, 1998). Embora os valores do índice de Tajima (D) rejeitem a hipótese de expansão populacional por contato secundário com outras linhagens ou crescimento populacional, os valores obtidos na análise de *mismatch* reforçam a hipótese de expansão demográfica. As populações de Pariquera-Açu, Iguape e Ilha do Cardoso portam-se como populações continentais, enquanto que as populações da Ilha Comprida e Ilha de Cananéia portam-se como populações insulares. Durante os processos de transgressão do nível do mar, a Ilha do Cardoso, por possuir porções com maiores altitudes que as outras ilhas do complexo, pode ter permanecido emersa em certos pontos, o que pode ter provocado o isolamento de populações de *R. ornata*, espécie que pode ser encontrada ao longo de toda a ilha ocupando diferentes gradientes altitudinais (PINHEIRO, 2009).

Rhinella ornata é uma espécie de médio porte que possui uma distribuição geográfica ampla (FROST, 2009). Apresenta modo reprodutivo generalista, com

deposição de ovos em corpos de água lênticos onde ocorre o desenvolvimento dos girinos exotróficos (HADDAD & PRADO, 2005), e corresponde a uma das espécies mais abundantes capturadas através de armadilhas de interceptação e queda (capítulo 1). Estas informações corroboram com o padrão apresentado pela espécie de baixos valores de *Fst*, altos valores de diversidade haplotípica, variação genética populacional maior que entre grupos populacionais e estrutura populacional fraca.

Dendrophryniscus leucomystax

Para esta espécie, a diversidade haplotípica foi alta para Pariquera-Açu, Ilha de Cananéia e Ilha Comprida e baixa para a Ilha do Cardoso. A diversidade nucleotídica foi alta apenas para Ilha de Cananéia. Estes dados, de acordo com Grant & Bowen (1998), podem ser interpretados da seguinte forma: as populações da Ilha do Cardoso e Iguape passaram por um efeito gargalo recente ou efeito fundador por pequeno número de linhagens de DNA mitocondrial. Este fato pode estar relacionado com os processos de transgressão marinha que inundaram a restinga da Ilha do Cardoso, isolando as populações da espécie em locais de maior altitude da ilha ou ainda, durante processos de regressão marinha poucas linhagens colonizaram a Ilha do Cardoso. No entanto, a população da Ilha do Cardoso, de acordo com a análise de *mismatch* apresentou expansão demográfica, possivelmente associada à presença de bromélias, recurso fundamental para esta espécie, tanto para abrigo como para a reprodução (capítulo 1) e abundantes na Ilha do Cardoso (Pires, 2006). A baixa diversidade haplotípica observada, no entanto, pode ser devido ao fato desta expansão ter sido recente para um acúmulo de mutações. Já para Iguape o efeito gargalo pode ser devido a condições de degradação ambiental do local causada pela ocupação humana (ver Introdução). Além disso, nesta área o número de espécimes analisados foi baixo, assim como a abundância da espécie (ver capítulo 1). A Ilha Comprida e Pariquera-Açu possuem alta diversidade haplotípica e baixa diversidade nucleotídica, o que indica expansão populacional após períodos de baixo efetivo populacional (GRANT & BOWEN, 1998). No caso da Ilha Comprida este padrão pode ser resultante da própria formação da ilha. No caso de Pariquera-Açu esse padrão pode ser resultado de características ecológicas da espécie como especificidade ambiental, modo reprodutivo

especializado (HADDAD & PRADO, 2005) e seu tamanho corpóreo pequeno (IZECKSOHN, 1993). A população da Ilha de Cananéia apresentou uma grande diversidade haplotípica e alta diversidade nucleotídica, o que indica que as populações neste local possuem história evolutiva longa ou contato secundário entre diferentes linhagens. Este contato secundário pode ter sido estabelecido durante processos de regressão do nível do mar entre a Ilha de Cananéia e a porção adjacente no continente (Cananéia continente).

Os valores de F_{st} de *D. leucomystax* foram os mais altos dentre todas as espécies analisadas. Estes valores altos resultaram na rede de haplótipos mais relacionada a populações estruturadas. Novamente, estes dados podem estar refletindo características ecológicas da espécie mencionadas acima.

Hypsiboas albomarginatus

Para *H. albomarginatus* foram obtidos valores altos de diversidade haplotípica e nucleotídica para todos os locais, com exceção da Ilha do Cardoso, onde obtivemos valores baixos de diversidade haplotípica e valores altos de diversidade nucleotídica. De acordo com Grant & Bowen (1998) estes dados revelam que as populações de todos os locais estudados, exceto pela população da Ilha do Cardoso, possuem histórias evolutivas longas ou contato secundário entre linhagens. O modo reprodutivo menos especializado (modo 1- deposição de ovos em corpos de água lênticos onde ocorre o desenvolvimento de girinos exotróficos- HADDAD & PRADO, 2005), a distribuição geográfica ampla e seu porte mediano, que poderia conferir à espécie maior capacidade de deslocamento, podem explicar esse padrão observado para as populações de Iguape, Pariquera-Açu, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia. Foram obtidos baixos valores de F_{st} entre pares de populações, sendo que para as populações de Iguape e Pariquera-Açu este valor não foi significativo. A não significância entre Iguape e Pariquera-Açu pode indicar que as populações de ambos os locais não possuem diferenças significativas, fato este observado também na formação dos grupos através da análise espacial da variação molecular.

Os mesmos fatores ecológicos apontados acima podem explicar os baixos valores de F_{st} apresentados pelos pares de populações da espécie, sua rede de

haplótipos típica de populações pouco estruturadas e variação genética populacional maior que entre grupos populacionais. Para a população da Ilha do Cardoso, o cenário evolutivo pode ser assim resumido: efeito gargalo intenso em uma população grande e estável ou contato secundário entre populações isoladas (veja GRANT & BOWEN, 1998). Estas populações podem ter se isolado em porções altas da Ilha do Cardoso durante processos transgressivos marinhos.

***Scinax* sp. 1 (aff. *alter*)**

Para esta espécie todos os locais estudados apresentaram o mesmo padrão, ou seja, alta diversidade haplotípica e baixa diversidade nucleotídica. Assim as populações de todos os locais apresentam sinais de efeito gargalo com rápido crescimento e acúmulo de mutações. A expansão demográfica foi registrada também através da análise de *mismatch*. A maior flexibilidade no uso de ambientes para a reprodução, seu modo reprodutivo pouco especializado (modo 1- deposição de ovos em corpos de água lênticos onde ocorre o desenvolvimento de girinos exotróficos-HADDAD & PRADO, 2005), e sua grande abundância (ver capítulo 1), são algumas das características ecológicas que poderiam explicar o rápido crescimento demográfico da espécie após períodos de transgressão marinha.

As mesmas características ecológicas mencionadas acima poderiam explicar os baixos valores de F_{st} e a rede de haplótipos evidenciando populações pouco estruturadas.

Haddadus binotatus

Para esta espécie observamos alta diversidade haplotípica e baixa diversidade nucleotídica para todos os locais, exceto pela Ilha do Cardoso (alta diversidade haplotípica e nucleotídica). Desta forma a história evolutiva das populações, de acordo com o proposto por Grant & Bowen (1998), pode ser resumida da seguinte maneira: as populações de todos os locais, exceto pela Ilha do Cardoso, passaram por eventos de gargalo seguido por um rápido crescimento populacional. Este fato foi confirmado pela análise de *mismatch* que indicou expansão demográfica para todas as populações. Os

eventos de gargalo podem ter ocorrido em decorrência das transgressões marinhas. A população da Ilha do Cardoso é caracterizada por estabilidade e história evolutiva longa ou contato secundário entre diferentes linhagens (sensu GRANT & BOWEN, 1998). Da mesma maneira que ocorreu com *Rhinella ornata*, as populações de *Haddadus binotatus* podem ter se refugiado em morros da ilha do Cardoso durante os processos de transgressão do nível do mar.

Para esta espécie foram obtidos os mais baixos valores de Fst, maior diversidade, variação genética populacional maior que entre grupos populacionais e uma rede de haplótipos pouco estruturada. Estes dados podem ser interpretados à luz de algumas características da espécie: ampla distribuição geográfica, tamanho corpóreo mediano e modo reprodutivo, que embora mais especializado (ver HADDAD & PRADO, 2005), não requer um recurso ambiental mais específico a não ser áreas florestadas e presença de chuvas.

De maneira geral foi possível observar que para todas as espécies houve uma diferenciação em relação às populações da Ilha do Cardoso, o que indica que os históricos de colonização e formação desta ilha possuem diferenças em relação às outras duas ilhas do complexo. De fato, a própria geografia e relevo local revelam padrões diferenciados de formação das ilhas, sendo que a Ilha do Cardoso é caracterizada por maiores altitudes dentre as ilhas estudadas.

Cada espécie aqui analisada apresentou um cenário possível de formação e estrutura populacional, todos refletindo possíveis mudanças históricas na região. Busack & Lowson (2008), estudando populações de anfíbios e répteis do Marrocos e do sul da Espanha, verificaram que cada população de cada espécie analisada se comportou ou foi afetada diferentemente pelo evento de deriva do continente europeu e do continente africano (processo de formação do estreito de Gibraltar). Cada população exibiu uma estrutura populacional singular e, portanto, segundo os mesmos autores, para que um histórico biogeográfico seja traçado é preciso analisar multidisciplinarmente cada grupo. No presente estudo observamos algo semelhante dentro de uma mesma ordem (Anura). Estes cenários diferenciados de acordo com as espécies podem ser atribuídos a fatores intrínsecos das espécies, tais como fisiologia (capacidade de sobrevivência em ambientes inóspitos), ecologia (classes etárias,

abundância da espécie, taxa de sobrevivência, capacidade de deslocamento e mortalidade), biologia reprodutiva (modo reprodutivo e estação reprodutiva), tamanho corporal, dentre outros fatores. Além disso, diferentes processos de colonização ou quanto ao grau de isolamento das ilhas podem também ter causado estas diferenças. Segundo Ricklefs (1993), o número de indivíduos e os sistemas de reprodução podem influenciar a variação genética de uma população e o seu potencial de respostas evolutivas a longo prazo às mudanças no meio ambiente.

Embora a qualidade e quantidade de dados obtidos no presente estudo seja insuficiente para determinarmos padrões de diversidade genéticas baseados no tamanho da espécie, modo reprodutivo e uso de habitats, podemos inferir que algumas dessas características podem ter uma influência direta na maneira como as populações estão estruturadas. O tamanho corpóreo estaria relacionado à capacidade de dispersão da espécie e, em alguns casos, tolerância a condições ambientais mais extremas. Quanto maior a espécie maior seria a sua capacidade de dispersão e maior seria a sua resistência. Estudos comparativos entre espécies de mesmo modo reprodutivo e tamanhos corpóreos distintos podem elucidar e evidência a importância desta variável na determinação dos padrões de diversidade genética das espécies. Os modos reprodutivos mais especializados por sua vez, devido a exigências ambientais mais específicas (e.g., presença de um recurso como bromélias), também podem limitar a capacidade de dispersão das espécies e assim influenciar diretamente os padrões de diversidade genética, fluxo gênico e migração dentro de uma população.

Duas das espécies analisadas (*Hypsiboas albomarginatus* e *Rhinella ornata*) apresentaram padrões de similaridade genética (baseado na análise genética de variância- AMOVA) coincidentes com o padrão de similaridade ecológica entre os locais estudados (baseado no índice de similaridade de jaccard- capítulo 2). Para as outras espécies, o fato da Ilha do Cardoso aparecer isolada é coincidente com o observado na análise ecológica de diversidade de espécies. Isto pode ser um indicativo de que os padrões genéticos estão relacionados com os padrões ecológicos, sendo um reflexo do outro. A relação entre essas duas perspectivas vem sendo observada e discutida a mais de 30 anos (AMARASEKARE, 2000; KASSEN, 2002; CHAVE, 2004; VELLEND, 2005; VELLEND & GEBER, 2005). Embora revelem históricos diferentes, é

possível traçar analogias entre genética de populações e ecologia de comunidades. Ambos, utilizando diferentes variantes, objetivam explicar a diversidade encontrada na natureza. Em genética de populações estas variantes são os alelos, haplótipos ou genótipos, enquanto que em ecologia de comunidades as variantes são características das espécies ou do conjunto delas (e.g., composição, riqueza - presença/ausência - e abundância), sendo que funcionalmente, em modelos de composição genética, um haplótipo, por exemplo, é similar à espécie em modelos ecológicos de diversidade (ANTONOVICS, 1976; AMARASEKARE, 2000). Além disso, a genética de populações e a ecologia de comunidades são modeladas pelos mesmos processos (e.g., mutação, deriva, migração, seleção) (VELLEND & GEBER, 2005) e igualmente influenciadas por processos geológicos (e.g., soerguimentos, transgressões e regressões marinhas), principalmente os que geram vicariância entre populações. Podemos dizer que a ação conjunta desses processos modula e é responsável pela atual conformação ecológica e genética das comunidades e populações, respectivamente. Uma diferença, no entanto, é que o estudo da genética de populações pode nos revelar os processos pelos quais a diversidade na natureza é gerada.

Vellend & Geber (2005) demonstram essa relação através da análise de três possíveis cenários de interação: (i) o primeiro diz respeito a uma variável que pode interferir diretamente nos dois níveis de diversidade de maneira paralela (e.g., imigração), neste caso a correlação estabelecida é positiva. Os outros dois cenários dizem respeito à interferência direta de um nível de diversidade no outro. (ii): Variação genética e sua influência na diversidade de espécies - a variação genética em uma população determina a sua performance demográfica e viabilidade. Estes dois fatores interferem no meio biótico como um todo e podem influenciar na diversidade de espécies; (iii) A diversidade de espécies e sua influência na variação genética - a diversidade de espécies e/ou a abundância de algumas delas exerce pressão seletivas sobre outras espécies. Neste caso a diversidade de espécies pode interferir na seleção de um haplótipo, tamanho efetivo populacional, dentre outras características que interferem na diversidade genética.

As duas espécies cujas similaridades genéticas apresentaram semelhanças com a diversidade ecológica (*R. ornata* e *H. albomarginatus*) apresentam características

comuns, tais como: ampla distribuição geográfica, tamanhos corpóreos medianos e modo reprodutivo pouco especializado. A falta de uma especificidade por ambientes para reprodução ou um menor número de características físicas e comportamentais limitantes à ocupação e dispersão da espécie pode ter gerado estas similaridades. Embora *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*) também seja pouco especializada e muito abundante nos locais estudados (capítulo 1), seu tamanho corpóreo pequeno pode ter interferido nos seus padrões de diversidade genética, resultando em padrões genético e ecológico diferenciados. Para *Dendrophryniscus leucomystax*, o tamanho corpóreo pequeno e a relativa maior especificidade ambiental (capítulo 1) podem ter resultado em padrões diferenciados de similaridades. De acordo com Vellend (2005), há diferenças entre espécies comuns e espécies raras em relação à magnitude da correlação entre a diversidade ecológica e diversidade genética ou heterozigosidade, sendo mais correlacionadas em espécies mais comuns. A explicação para este fato reside, de acordo com o autor, nas diferenças entre tamanho populacional (relacionada a imigração) e área do local estudado; espécies raras possuem populações comparativas menores em áreas maiores o que interfere no efetivo populacional e por consequência nos seus padrões de diversidade genética, tornando esta medida particular e não relacionado a padrões de diversidade ecológica. Além disso, como visto para as espécies aqui estudadas, espécies raras, em sua maioria, possuem um requerimento ambiental específico (e.g., *D. leucomystax*), limitando sua dispersão. Isto interfere diretamente na diversidade genética da espécie.

Assim, por apresentarem padrões genéticos semelhantes aos padrões ecológicos, as espécies abundantes, menos especializadas quanto ao uso do ambiente para reprodução, mais amplamente distribuídas e com tamanhos corpóreos de medianos a grandes, podem ser utilizadas como modelos não apenas em estudos em escala macroecológica (e.g., formação de sistemas - FITZPATRICK et al. 2009), mas também em estudos mais regionais, focados em padrões de diversidade locais (e.g., DIXO et al. 2009).

O fato de cada espécie apresentou um padrão de similaridade genética, sendo este coincidente ou não com os padrões de similaridade ecológica das comunidades, evidencia níveis de sensibilidade a mudanças ambientais relacionados a características

intrínsecas das espécies. No presente estudo, esta relação foi evidenciada pelas diferentes respostas ao processo de formação das ilhas. O entendimento de como diferentes características ambientais ou das espécies que os compõem podem influenciar a diversidade de espécies e a diversidade genética em conjunto é fundamental para a visualização dos processos estruturadores de uma comunidade ou população e pode ainda ser utilizado em predições dos impactos na biodiversidade, causados por alterações no ambiente, como, por exemplo, a fragmentação ambiental em consequência de ações antrópicas.

Referências

- AMARASEKARE, P. The geometry of coexistence. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 71, p. 1-31, 2000.
- ANTONOVICS, J. The input from population genetics: the new ecological genetics. **Systematic Botany**, v. 1, p. 233-245, 1976.
- BITTKAU, C.; COMES, P. Evolutionary processes in a continental island system: molecular phylogeography of the *Aegean Nigella arvensis* alliance (Ranunculaceae) inferred from chloroplast DNA. *Molecular Ecology*, v. 14, p. 4065-4083, 2005.
- BOSSART, J. L.; POWELL, D. P. 1998. Genetic estimates of population structure and gene flow: limitation, lessons and new directions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 13, p. 202-206, 1998.
- BRASILEIRO, C. A.; HADDAD, C. F. B.; SAWAYA, R. J.; MARTINS, M. A new and threatened species of *Scinax* (Anura; Hylidae) from Queimada Grande Island, southeastern Brazil. **Zootaxa**, v. 1391, p. 47-55, 2007a.
- BRASILEIRO, C. A.; HADDAD, C. F. B.; SAWAYA, R. J.; SAZIMA, I. A new and threatened island-dwelling species of *Cycloramphus* (Anura: Cycloramphidae) from southeastern Brazil. **Herpetologica**, v. 63, p. 501-510, 2007b.
- BRASILEIRO, C. A.; OYAMAGUCHI, H. M.; HADDAD, C. F. B. A new island species of *Scinax* (Anura; Hylidae) from southeastern Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 41, p. 271-275, 2007c.
- BROOKS, D. R.; MCLENNAN, D. A. **Phylogeny, Ecology and Behavior: a research program in comparative biology**. Chicago: University of Chicago Press, 1991. 441 p.
- BUSACK, S. D.; LAWSON, R. Morphological, mitochondrial DNA and allozyme evolution in representative amphibians and reptiles inhabiting each side of the Strait of Gibraltar. **Biological Journal of Linnean Society**, v. 94, p. 445-461, 2008.
- CADLE, J. E.; GREENE, H. W. Phylogenetic patterns, biogeography, and the ecological structure of Neotropical snake assemblage. In: RICKLEFS, R. E.; SCHLUTER, D.

- (Org.). **Species diversity in Ecological communities**: historical and geographical perspectives. Chicago: University of Chicago Press, 1993. p. 281-293.
- CHAVE, J. Neutral theory and community ecology. **Ecology Letters**, v. 7, p. 241-253, 2004.
- CLEMENT, M.; POSADA, D.; CRANDALL, K. A. TCS: a computer program to estimate gene genealogies. **Molecular Ecology**, v. 9, p. 1657-1659, 2000.
- DIXO, M.; METZGER, J. P.; MORGANTE, J. S.; ZAMUDIO, K. R. Habitat fragmentation reduces genetic diversity and connectivity among toad populations in the Brazilian Atlantic Coastal Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1560-1569, 2009.
- DUPANLOUP, I.; SCHNEIDER, S.; EXCOFFIER, L. A simulated annealing approach to define the genetic structure of populations. **Molecular ecology**, v. 11, p. 2571-2581, 2002.
- FITZPATRICK, S.; BRASILEIRO, C. A.; HADDAD, C. F. B.; ZAMUDIO, K. R. Variation in Genetic Structure of an Atlantic Coastal Forest Frog Reveals Regional Differences in Habitat Stability'. **Molecular Ecology**, v. 18, p. 2877-2896, 2009.
- FROST, D. R. 2009. Amphibian Species of the World: an online reference. Versão 2.20. Apresenta informações sobre taxonomia, distribuição geográfica e número de espécies de anfíbios. Disponível em <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia>. Acesso em maio de 2009.
- GRANT, W. S.; BOWEN, B. W. Shallow population histories in deep evolutionary lineages of marine fishes'insights from sardine and anchovies and lessons for conservation. **The Journal of Heredity**, v. 89, n. 5, p. 415-426, 1998.
- GRAZZIOTIN, F. G.; MONZEL, M., ECHEVERRIGARAY, S.; BONATTO, S. L. Phylogeography of the *Bothrops jararaca* complex (Serpentes: Viperidae): past fragmentation and island colonization in the Brazilian Atlantic Forest. **Molecular Ecology**, v. 15, p. 3969-3982, 2006.
- GOEBEL, A. M., DONNELLY, J. M. & ATZ, M.E. PCR primers and amplification methods for 12S ribosomal DNA, the control region, cytochrome oxidase I, and cytochrome b in bufonids and other frogs, and an overview of PCR primers which have amplified DNA in amphibians successfully. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 11, p. 163-199, 1999.

- HADDAD, C. F. B.; PRADO, C. P. A. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. **BioScience**, v. 55, n. 3, p. 207-217, 2005.
- IZECKSOHN, E. Três novas espécies de *Dendrophryniscus* Jim'enez de La Espada das regiões sudeste e sul do Brasil (Amphibia, Anura, Bufonidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 10, n. 3, p. 473-488, 1993.
- KASSEN, R. The experimental evolution of specialists, generalists, and the maintenance of diversity. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 15, p. 173-190, 2002.
- MARQUES, O. A. V.; MARTINS, M.; SAZIMA, I. A new insular species of pitviper from Brazil, with comments on evolutionary biology and conservation of the *Bothrops jararaca* group (Serpentes, Viperidae). **Herpetologica**, v. 58, p. 303-312, 2002.
- MARTÍNEZ-SOLANO, I; LAWSON, R. Escape to Alcatraz; evolutionary history of slender salamanders (*Batrachoseps*) on the island of San Francisco Bay. **BMC Evolutionary Biology**, v. 9, p. 1-14, 2009.
- MOREIRA, G.; LIMA, A. Seasonal patterns of juvenile recruitment and reproduction in four species of leaf litter frogs in Central Amazonia. **Herpetologica**, v. 47, n. 3, p. 295-300, 1991.
- PINHEIRO, S. C. P. 2009. **Anurofauna de serapilheira de diferentes formações vegetais ao longo de um gradiente altitudinal no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, município de Cananéia, SP**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 470 p.
- ROGERS, A. R.; HARPENDING, H. Population growth makes waves in the distribution of pairwise genetic differences. **Molecular Biology and Evolution**, v. 9, n. 3, p. 552-569, 1992.
- SCHNEIDER, S; EXCOFFIER, L. Estimation of past demographic parameters from the distribution of pairwise differences when the mutation rates vary among sites: application to human mitochondrial DNA. **Genetics**, v. 152, p. 1079-1089, 1999.
- SCHNEIDER, S.; ROESSLI, D.; EXCOFFIER, L. Arlequin. Versão 3.01. Geneva: Genetics and Biometry Laboratory, 2009.

- SCHROEDER, E. E.; BASKETT, T. S. Age estimation, growth rates, and population structure in Missouri bullfrog. **Copeia**, v. 1968, n. 3, p. 583: 592, 1968.
- SUGUIO, K.; MARTINS, L. **Formações Quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, 1978. 55 p.
- SUGUIO, K.; TESSLER, M.G. 1992. Depósitos quaternários da planície costeira de Cananéia-Iguape (SP). **Publicação Especial Instituto Oceanográfico**, v. 9, 1992. 33 p.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FLEXOR, J. M.; AZEVEDO, A. E. G. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, p. 273-286, 1985.
- SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; KOWATA, E. A.; MUNITA, C. S.; PAIVA, R. P. Upper Pleistocene deposits of the Comprida Island (São Paulo State) dated by thermoluminescence method. **Annais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 75, p. 91-96, 2003.
- TAJIMA, F. Evolutionary relationship of DNA sequences in finite populations. **Genetics**, v. 105, p. 437-460, 1983.
- VELLEND, M. Species Diversity and Genetic Diversity: Parallel Processes and Correlated Patterns. **The American Naturalist**, v. 166, n. 2, p. 199-215, 2005.
- VELLEND, M.; GEBER, M. A. Connections between species diversity and genetic diversity. **Ecology Letters**, v. 8, p. 767-781, 2005.
- ZAR, J. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Upper Saddle River Prentice Hall, 1996. 662 p.
- ZINA, J.; HADDAD, C. F. B. Ecology and reproductive biology of two species of *Aplastodiscus* (Anura: Hylidae) in the Atlantic forest, Brazil. **Journal of Natural History**, v. 40, n. 29-31, p. 1831-1840, 2006.
- WEIR, B. S.; COCKERHAM, C. C. Estimating *F*-Statistics for the analysis of population structure. **Evolution**, v. 38, p. 1358-1370, 1984.
- WIENS, J. J.; DONOGHUE, M. J. Historical biogeography, ecology and species richness. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 12, p. 639-644, 2004.

Tabela 1- Iniciadores (*primers*) utilizados para amplificação de fragmentos da região controle do DNA mitocondrial das espécies amostradas nos locais de estudo. Retirados de Goebel et al. (1999).

Primer	Região	Sequência (5'- 3')
ControlP-H(b)	Região controle	GTC CAT AGA TTC ACA TCC GTC AG
ControlP-H(a)	Região controle	GTCCATAGATTCASTTCCGTCAG
cytbA-L	Citocromo b	GAATYGGRGGWCAACCAGTAGAAGACCC

Tabela 2- Descrição do número do haplótipos, frequência de haplótipos exclusivos, frequência de haplótipos compartilhados, diversidade de haplótipos (h) e diversidade nucleotídica (π) ($\times 10^{-2}$) das espécies analisadas nos locais estudados. Em negrito os maiores valores obtidos para cada parâmetro em cada espécie.

	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida	Ilha do Cardoso
<i>Rhinella ornata</i>					
Número de indivíduos analisados	22	18	7	20	20
Número de haplótipos nas populações	15 (0,68)	12 (1,5)	3 (2,3)	9 (2,2)	11 (1,8)
% Haplótipos exclusivos	0,80	0,75	0,66	0,44	0,81
% Haplótipos compartilhados	0,2	0,25	0,33	0,55	0,18
Diversidade haplotípica (h)	0,96±0,02	0,92±0,05	0,67±0,16	0,85±0,05	0,94±0,03
Diversidade nucleotídica (π)	1,1±0,6	0,93±0,5	0,5±0,3	0,3±0,2	1,4 ±0,7
<i>Dendrophryniscus leucomystax</i>					
Número de indivíduos analisados	5	7	18	12	16
Número de haplótipos nas populações	2 (0,4)	4 (0,57)	11 (0,61)	3 (0,25)	2 (0,12)
% Haplótipos exclusivos	1	1	1	1	1
% Haplótipos compartilhados	0	0	0	0	0
Diversidade haplotípica (h)	0,40±0,23	0,71±0,18	0,93±0,03	0,62±0,09	0,12±0,10
Diversidade nucleotídica (π)	0,05±0,07	0,15±0,13	2,09±1,10	0,32±0,21	0,04±0,03
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>					
Número de indivíduos analisados	9	9	10	22	10
Número de haplótipos nas populações	6 (0,67)	9 (1)	4 (0,4)	6 (0,27)	2 (0,2)
% Haplótipos exclusivos	0,83	1	0,5	0,67	0,50
% Haplótipos compartilhados	0,17	0	0,5	0,33	0,50
Diversidade haplotípica (h)	0,92±0,07	1±0,05	0,73±0,10	0,71±0,08	0,47±0,13
Diversidade nucleotídica (π)	2,50±1,38	0,708±0,41	2,14±1,16	1,28±0,67	3,40±1,83
<i>Scinax</i> sp. 1 (aff. <i>alter</i>)					
Número de indivíduos analisados	14	16	15	9	10
Número de haplótipos nas populações	10 (0,71)	9 (0,56)	11 (0,73)	6 (0,66)	7 (0,70)
% Haplótipos exclusivos	0,70	0,78	0,81	0,83	1
% Haplótipos compartilhados	0,30	0,22	0,18	0,17	0
Diversidade haplotípica (h)	0,96±0,04	0,88±0,06	0,95±0,04	0,89±0,09	0,87±0,11
Diversidade nucleotídica (π)	0,39±0,24	0,28±0,18	0,37±0,23	0,29±0,20	0,24±0,17
<i>Haddadus binotatus</i>					
Número de indivíduos analisados	11	17	2	5	5
Número de haplótipos nas populações	10 (0,90)	10 (0,59)	2 (1)	4 (0,8)	5 (1)
% Haplótipos exclusivos	1	1	1	1	1
% Haplótipos compartilhados	0	0	0	0	0
Diversidade haplotípica (h)	0,98±0,04	1±0,5	0,92±0,04	0,90±0,16	1±0,13
Diversidade nucleotídica (π)	0,57±0,33	0,22±0,0,21	0,48±0,28	0,39±0,28	1,02±0,66

Tabela 3- Valores de Fst entre as populações de *Rhinella ornata*, sendo todos significativos estatisticamente. Em negrito os maiores valores obtidos

Fst entre populações	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida
Pariquera-Açu	0,05838	-	-	-
Ilha de Cananéia	0,16054	0,18514	-	-
Ilha Comprida	0,09268	0,11329	0,22261	-
Ilha do Cardoso	0,05098	0,07072	0,17518	0,10526

Tabela 4- Valores de Fct e variância em diferentes agrupamentos obtidos através do software SAMOVA para *Rhinella ornata*, sendo Ig- Iguape; PA- Pariquera-Açu, IC- Ilha de Cananéia, ICo- Ilha Comprida e ICar- Ilha do Cardoso. Em negrito os maiores valores e maiores valores significativos estatisticamente de variação (%) e Fct.

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados da variância	Variância	Variação (%)	Fct	P
Dois grupos						
1- ICar, 2- ICo, IC, Ig, PA					0,15	
entre grupos	1	35,65	0,81	13,50		P<0,01
entre populações dentro do grupo	3	28,32	0,33	6,35		P<0,01
dentro das populações	82	335,69	4,09	78,15		P<0,01
Três grupos						
1-ICar, 2- Ig, PA, 3-IC, ICo					0,16	P<0,01
entre grupos	2	50,91	0,66	15,50		P<0,01
entre populações dentro do grupo	2	13,07	0,16	3,30		P<0,01
dentro das populações	82	335,69	4,09	83,31		
Quatro grupos						
1-ICar, 2- Ig, 3-PA, 4-IC, ICo						
entre grupos	3	60,49	0,80	16,49	0,16	0,10
entre populações dentro do grupo	1	3,48	-0,06	-1,21		P<0,01
dentro das populações	82	335,69	4,09	84,72		P<0,01

Tabela 5- Resultado do modelo de expansão populacional usando teste de adequação Qui-quadrado (ROGERS & HARPENDING, 1992; SCHNEIDER & EXCOFFIER, 1999) e índice D de Tajima (TAJIMA, 1989) para os grupos populacionais de *Rhinella ornata*. Os parâmetros do modelo de expansão populacional, τ , θ_0 e θ_1 são a idade de expansão e tamanho populacional antes e depois da expansão expressos em unidades mutacionais de tempo. N é o número de indivíduos analisados e S é o número de sítios segregados. Reportamos os valores do teste adequação para distribuição *mismatch* (baseado no desvio da soma dos quadrados) e significância de D . Valores não significativos para DSQ (Desvios dos Quadrados) ($P > 0.05$) correspondem a dados que não apresentam desvio do esperado no modelo de expansão. Valores negativos e significativos de D são esperados em expansão populacional. Em negrito os valores significativos para expansão populacional.

Parâmetros do modelo	Populações						Média
	Iguaque	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida	Ilha do Cardoso		
N	22	18	7	20	20		17,4
S	15	12	3	10	32		26,8
τ	15,63 (5,36-20,98)	15,31 (2,70-21,58)	13,48 (0,29-63,14)	3,472 (0,97-5,78)	19,36 (9,82-25)		13,45 (3,28-27,29)
θ_0	0,003 (0-3,633)	0,001 (0-4,05)	0 (0-3,58)	0 (0-1,02)	0 (0-4,30)		0,001 (0-3,41)
θ_1	21,51 (11,70-118,07)	13,48 (6,03-90,20)	3,39 (0,41-999999)	9,482 (3,74-99999)	26,45 (17,96-153,64)		14,86 (7,36-40072,48)
Teste Goodness-of-fit							
DSQ	0,026	0,018	0,19	0,007	0,014		0,051
P	0,20	0,65	0,10	0,64	0,563		0,43
Tajima D	-0,942	-0,139	-1,00	-0,14	-0,139		-0,13
P	0,17	0,495	0,19	0,48	0,49		0,46

Tabela 6- Valores de Fst entre as populações de *Dendrophryniscus leucomystax*, sendo todos significativos estatisticamente. Em negrito os maiores valores obtidos.

Fst entre populações	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida
Pariquera-Açu	0,42385	-	-	-
Ilha de Cananéia	0,25975	0,15873	-	-
Ilha Comprida	0,45828	0,33883	0,21142	-
Ilha do Cardoso	0,80549	0,6735	0,45704	0,6537

Tabela 7- Valores de Fct e variância em diferentes agrupamentos obtidos através do software SAMOVA para *Dendrophryniscus leucomystax*, sendo Ig- Iguape; PA- Pariquera-Açu, IC- Ilha de Cananéia, ICo- Ilha Comprida e ICar- Ilha do Cardoso. Em negrito os maiores valores e maiores valores significativos estatisticamente de variação (%) e Fct.

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados da variância	Variância	Variação (%)	FSC	FST	FCT	P
Total	57	242,48	5,97	-				
Dois grupos								
1- IC, 2- ICo, ICar, Ig, PA					0,24	0,59	0,46	<0,01
entre grupos	1	82,87	2,73	45,83				<0,01
entre populações dentro do grupo	3	29,17	0,77	12,96				<0,01
dentro das populações	53	130,43	2,46	41,21				
Três grupos								
1- IC, 2- ICo, Ig, PA, 3- ICar								
entre grupos	2	103,82	2,43	47,49	0,08	0,52	0,47	<0,01
entre populações dentro do grupo	2	8,23	0,22	4,34				<0,01
dentro das populações	53	130,43	2,46	48,16				<0,01
Quatro grupos								
1- IC, 2- PA, 3- ICo, IG e 4- ICar								
entre grupos	3	109,57	2,42	49,57	0,00	0,50	0,49	0,09
entre populações dentro do grupo	1	2,47	0,002	0,04				<0,01
dentro das populações	53	130,43	2,46	50,39				<0,01

Tabela 8- Resultado do modelo de expansão populacional usando teste de adequação Qui-quadrado (ROGERS & HARPENDING, 1992; SCHNEIDER & EXCOFFIER, 1999) e índice *D* de Tajima (TAJIMA, 1989) para os grupos populacionais de *Dendrohyryniscus leucomystax*. Os parâmetros do modelo de expansão populacional, τ , θ_0 e θ_1 são a idade de expansão e tamanho populacional antes e depois da expansão expressos em unidades mutacionais de tempo. *N* é o número de indivíduos analisados e *S* é o número de sítios segregados. Reportamos os valores do teste adequação para distribuição *mismatch* (baseado no desvio da soma dos quadrados) e significância de *D*. Valores não significativos para DSQ (Desvios dos Quadrados) ($P > 0.05$) correspondem a dados que não apresentam desvio do esperado no modelo de expansão. Valores negativos e significativos de *D* são esperados em expansão populacional. Em negrito os valores significativos para expansão populacional.

Parâmetros do modelo	Populações					Média
	Iguape	Pariqueira-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida	Ilha do Cardoso	
<i>N</i>	5	7	18	12	16	11,6
<i>S</i>	1	3	35	7	2	9,6
<i>T</i>	0,562 (0-1,469)	-	23,30 (5,37-29,25)	4,648 (0,53-7,81)	3 (0,398-3,0)	6,3 (1,15-12,539)
θ_0	0,005 (0-0,009)	-	0,002 (0-8,406)	0 (0-1,121)	0 (0-0)	0,0014 (0-2,2018)
θ_1	99999 (2,54-999999)	587,825 (0-593,173)	25,673 (17,16-99999)	3,227 (1,5924-99999)	0,0868 (0-99999)	20123,162 (60118,034)
Goodness-of-fit test						
SSD	0,7625	0,390	0,0459	0,1976	0,0216	0,18
<i>P</i>	0,200	0,000	0,032	0,048	0,759	0,18
Tajima <i>D</i>	-0,8165	-0,6540	1,1455	-0,05	-1,49	-0,3747
<i>P</i>	0,31	0,3156	0,9105	0,51	0,049	0,4215

Tabela 9- Valores de Fst entre as populações de *Hypsiboas albomarginatus*, sendo todos significativos estatisticamente. Em negrito os maiores valores obtidos.

Fst entre populações	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida
Pariquera-Açu	0,04167*	-	-	-
Ilha de Cananéia	0,17684	0,13575	-	-
Ilha Comprida	0,19649	0,15874	0,27514	-
Ilha do Cardoso	0,31431	0,27323	0,4	0,38365

Tabela 10- Valores de Fct e variância em diferentes agrupamentos obtidos através do software SAMOVA para *Hypsiboas albomarginatus*, sendo Ig- Iguape; PA- Pariquera-Açu, IC- Ilha de Cananéia, ICo- Ilha Comprida e ICar- Ilha do Cardoso. Em negrito os maiores valores e maiores valores significativos estatisticamente de variação (%) e Fct.

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados da variância	Variância	Variação (%)	FSC	FST	FCT	P
Total	59	135,13	2,78	-				
Dois grupos								
1- ICar, 2- ICo, IC, Ig, PA					0,26	0,39	0,18	
entre grupos	1	16,53	0,50	18,15				NS
entre populações dentro do grupo	3	25,88	0,59	21,32				P<0,01
dentro das populações	55	92,72	1,68	60,53				P<0,01
Três grupos								
1- ICar, 2- ICo, IC, 3- Ig, PA					0,19	0,24	0,19	
entre grupos	2	29,971	0,48	18,85				P<0,01
entre populações dentro do grupo	2	12,45	0,40	15,53				P<0,01
dentro das populações	55	92,72	1,68	65,62				P<0,01
Quatro grupos								
1- ICar, 2- ICo, 3- IC, 4- Ig, PA								
entre grupos	3	39,81	0,71	28,60	0,05	0,33	0,29	0,10
entre populações dentro do grupo	1	2,61	0,10	4,10				P<0,01
dentro das populações	55	92,72	1,68	67,29				P<0,01

Tabela 11- Resultado do modelo de expansão populacional usando teste de adequação Qui-quadrado (ROGERS & HARPENDING, 1992; SCHNEIDER & EXCOFFIER, 1999) e índice D de Tajima (TAJIMA, 1989) para os grupos populacionais de *Hypsiboas albomarginatus*. Os parâmetros do modelo de expansão populacional, τ , θ_0 e θ_1 , são a idade de expansão e tamanho populacional antes e depois da expansão expressos em unidades mutacionais de tempo. N é o número de indivíduos analisados e S é o número de sítios segregados. Reportamos os valores do teste adequação para distribuição *mismatch* (baseado no desvio da soma dos quadrados) e significância de D . Valores não significativos para DSQ (Desvios dos Quadrados) ($P > 0.05$) correspondem a dados que não apresentam desvio do esperado no modelo de expansão. Valores negativos e significativos de D são esperados em expansão populacional. Em negrito os valores significativos para expansão populacional.

Parâmetros do modelo	Populações						Média
	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida	Ilha do Cardoso		
N	9	9	10	22	10	12	
S	15	19	11	14	1	6,06	
T	0 (0-0,24)	9,95 (6,23-12,58)	41,31 (21,58-49,15)	41,96 (1,5-130)	3,250,45-3,25)	19,29 (5,95-39,23)	
θ_0	0 (0-0)	0 (0-3,02)	0 (0-6,68)	0 (0-4,5)	0 (0-0,007)	0,089 (0-2,84)	
θ_1	999999 (99869-99999)	182,69 (65,21-99999)	51,04 (30,53-1457,91)	4,06 (1,45-1497,26)	0,58 (0-99999)	20047,47 (19993,23-60390,43)	
Goodness-of-fit test							
SSD	0,91	0,02	0,20	0,11	0,29	0,30	
P	0,000	0,40	0,001	0,10	0,01	0,10	
Tajima D	0,129	-1,08	1,53	-1,42	0,82	-0,005	
P	0,58	0,15	0,58	0,06	0,86	0,52	

Tabela 12- Valores de Fst entre as populações de *Scinax* sp. 1 (*aff. alter*), sendo todos significativos estatisticamente. Em negrito os maiores valores obtidos.

Fst entre populações	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida
Pariquera-Açu	0,08083	-	-	-
Ilha de Cananéia	0,04580	0,08238	-	-
Ilha Comprida	0,07564	0,11411	0,07733	-
Ilha do Cardoso	0,08672	0,12446	0,08829	0,1224

Tabela 13- Valores de Fct e variância em diferentes agrupamentos obtidos através do software SAMOVA para *Scinax* sp. 1 (*aff. alter*), sendo Ig- Iguape; PA- Pariquera-Açu, IC- Ilha de Cananéia, ICo- Ilha Comprida e ICar- Ilha do Cardoso. Em negrito os maiores valores de variação (%) e Fct.

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados da variância	Variância	Varição (%)	FSC	FST	FCT	P
Total	63	129,37	3,66	-				
Dois grupos								
1- ICar, 2- ICo, IC, Ig, PA					0,25	0,68	0,56	
entre grupos	1	40,68	2,08	56,95				P<0,01
entre populações dentro do grupo	3	19,79	0,41	11,14				P<0,01
dentro das populações	59	68,90	1,16	31,91				P<0,01
Três grupos								
1- ICar, 2- ICo, Ig, PA, 3- IC					0,13	0,56	0,50	
entre grupos	2	53,84	1,34	50,11				P<0,01
entre populações dentro do grupo	2	6,63	0,17	6,32				P<0,01
dentro das populações	59	68,90	1,17	43,57				P<0,01
Quatro grupos								
1- ICar, 2- ICo, 3- Ig, PA, 4- ICar					0,10	0,52	0,46	
entre grupos	3	53,33	1,12	46,43				P<0,01
entre populações dentro do grupo	1	3,14	0,13	5,45				P<0,01
dentro das populações	59	68,90	1,16	48,13				P<0,01

Tabela 14- Resultado do modelo de expansão populacional usando teste de adequação Qui-quadrado (ROGERS & HARPENDING, 1992; SCHNEIDER & EXCOFFIER, 1999) e índice D de Tajima (TAJIMA, 1989) para os grupos populacionais de *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*). Os parâmetros do modelo de expansão populacional, τ , θ_0 e θ_1 são a idade de expansão e tamanho populacional antes e depois da expansão expressos em unidades mutacionais de tempo. N é o número de indivíduos analisados e S é o número de sítios segregados. Reportamos os valores do teste adequação para distribuição *mismatch* (baseado no desvio da soma dos quadrados) e significância de D . Valores não significativos para DSQ (Desvios dos Quadrados) ($P > 0.05$) correspondem a dados que não apresentam desvio do esperado no modelo de expansão. Valores negativos e significativos de D são esperados em expansão populacional. Em negrito os valores significativos para expansão populacional.

Parâmetros do modelo	Populações						Média
	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida	Ilha do Cardoso		
N	14	16	15	9	10		12,8
S	11	9	10	8	8		9,2
T	2,99 (1,73-4,32)	2,12 (1,19-3,19)	2,87 (1,70-4,12)	1,960,75-3,39)	1,97 (0,73-3,37)		2,38 (1,22-3,68)
θ_0	0 (0-0,61)	0 (0-0,44)	0 (0-0,59)	0 (0-0,72)	0 (0-0,04)		0 (0-0,48)
θ_1	99999 (11,03-99999)	99999 (6,35-99999)	99999 (11,07-99999)	514,37 (3,32-99999)	99999 (5,69-99999)		80102,07 (7,49-99999)
Goodness-of-fit test							
SSD	0,009	0,002	0,002	0,016	0,009		0,008
P	0,42	0,81	0,84	0,55	0,57		0,64
Tajima D	-0,71	-0,95	-0,43	-1,28	-1,63		-1,0
P	0,25	0,18	0,36	0,12	0,043		0,19

Tabela 15- Valores de Fst entre as populações de *Scinax* sp. 1 (aff. *alter*), sendo todos significativos estatisticamente. Em negrito os maiores valores obtidos. * valores de P não significativos.

Fst entre populações	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida
Pariquera-Açu	0,06	-	-	-
Ilha de Cananéia	0,01*	0,06*	-	-
Ilha Comprida	0,05*	0,09	0,07*	-
Ilha do Cardoso	0,01*	0,05*	0,00*	0,05*

Tabela 16- Valores de Fct e variância em diferentes agrupamentos obtidos através do software SAMOVA para *Haddadus binotatus*, sendo Ig- Iguape; PA- Pariquera-Açu, IC- Ilha de Cananéia, ICo- Ilha Comprida e ICar- Ilha do Cardoso. Em negrito os maiores valores de variação (%) e Fct.

	Graus de liberdade	Soma dos quadrados da variância	Variância	Variação (%)	FSC	FST	FCT	P
Total	59	135,13	2,78	-				
Dois grupos								
1- IC, 2- ICo, ICar, Ig, PA					0,20	0,32	0,14	
entre grupos	1	5,24	0,45	14,36				0,18
entre populações dentro do grupo	3	20,57	0,54	17,26				P<0,01
dentro das populações	35	75,53	2,16	68,38				P<0,01
Três grupos								
1- IC, 2- ICar, 3- ICo, Ig, PA					0,18	0,26	0,09	
entre grupos	2	11,86	0,28	9,58				0,09
entre populações dentro do grupo	2	13,96	0,48	16,63				P<0,01
dentro das populações	35	75,53	2,16	73,79				P<0,01
Quatro grupos								
1- IC, 2- ICar, 3- ICo, 4- Ig, PA					0,20	0,22	0,03	
entre grupos	3	16,45	0,10	3,48				P<0,01
entre populações dentro do grupo	1	9,37	0,54	19,32				P<0,01
dentro das populações	35	75,53	2,16	77,20				P<0,01

Tabela 17- Resultado do modelo de expansão populacional usando teste de adequação Qui-quadrado (ROGERS & HARPENDING, 1992; SCHNEIDER & EXCOFFIER, 1999) e índice D de Tajima (TAJIMA, 1989) para os grupos populacionais de *Haddadus binotatus*. Os parâmetros do modelo de expansão populacional, τ , θ_0 e θ_1 são a idade de expansão e tamanho populacional antes e depois da expansão expressos em unidades mutacionais de tempo. N é o número de indivíduos analisados e S é o número de sítios segregados. Reportamos os valores do teste adequação para distribuição *mismatch* (baseado no desvio da soma dos quadrados) e significância de D . Valores não significativos para DSQ (Desvios dos Quadrados) ($P > 0.05$) correspondem a dados que não apresentam desvio do esperado no modelo de expansão. Valores negativos e significativos de D são esperados em expansão populacional. Em negrito os valores significativos para expansão populacional. Devido ao N baixo não foi possível estimar os parâmetros para a população da Ilha de Cananéia.

	Populações					Média
	Iguape	Pariquera-Açu	Ilha de Cananéia	Ilha Comprida	Ilha do Cardoso	
Parâmetros do modelo						
N	11	17	2	5	5	8
S	11	13	2	7	13	9,2
T	6,41 (3,06-9,35)	5,09 (2,72-6,91)	-	7,98 (0-60,98)	9,37 (5,70-12,66)	5,77 (2,29-17,98)
θ_0	0 (0-2,18)	0 (0-1,73)	--	0 (0-7,71)	0,003 (0-2,95)	0,009 (0-2,91)
θ_1	22,07 (13,04-99999)	40,78 (18,94-99999)	-	6,79 (2,64-99999)	99999 (80,83-99999)	20013,73 (23,09-7999,2)
Goodness-of-fit test						
SSD	0,024	0,007	-	0,08	0,09	0,04
P	0,39	0,51	-	0,41	0,32	0,33
Tajima D	1,27	0,12	0	-0,33	-0,27	0,15
P	0,91	0,58	1	0,45	0,47	0,68

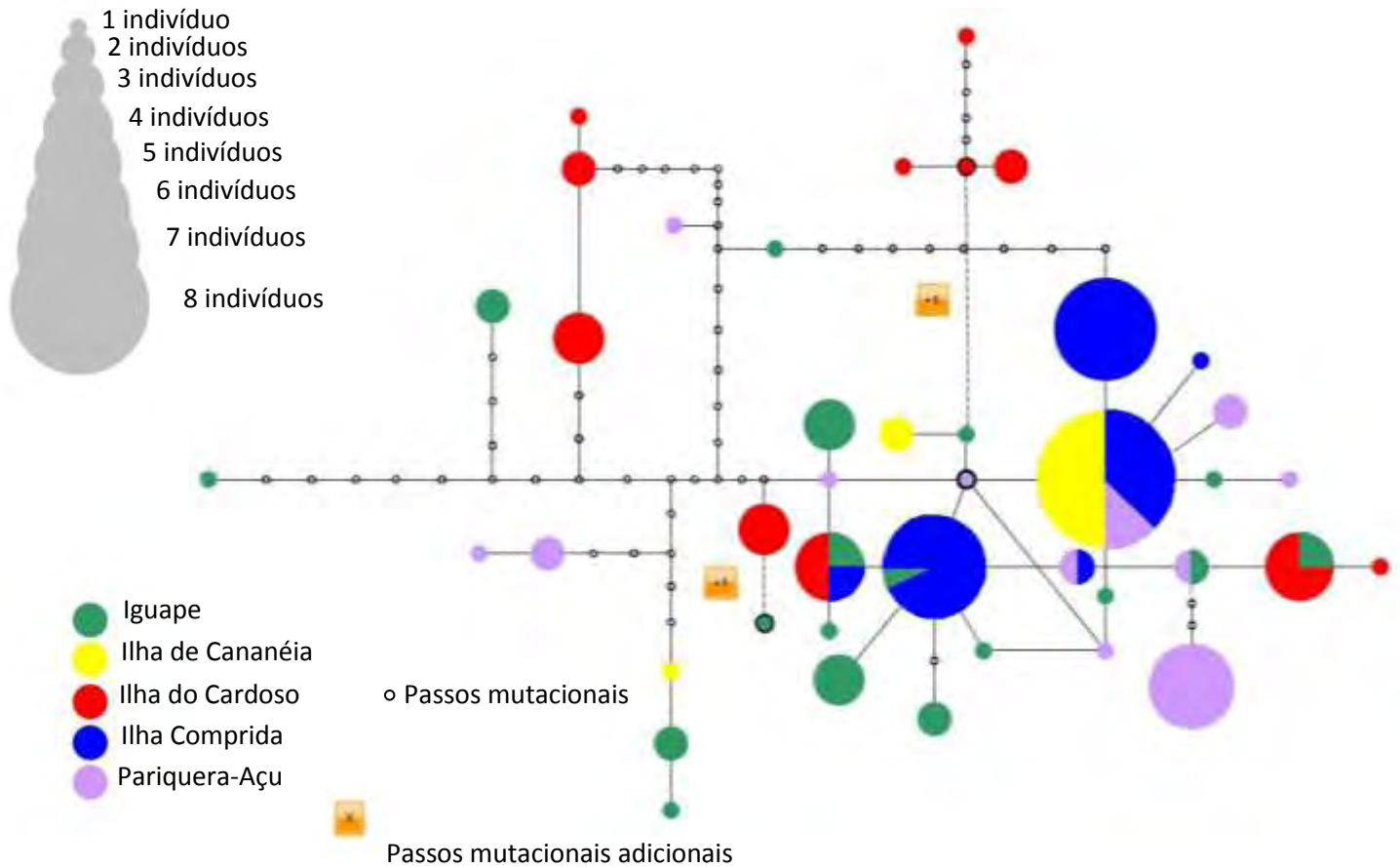


Figura 1- Rede de haplótipos de *Rhinella ornata* obtida através da análise de sequências de DNA mitocondrial (região controle) de indivíduos pertencentes a populações dos Municípios de Iguape, Pariquera-Açu, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia, Estado de São Paulo.

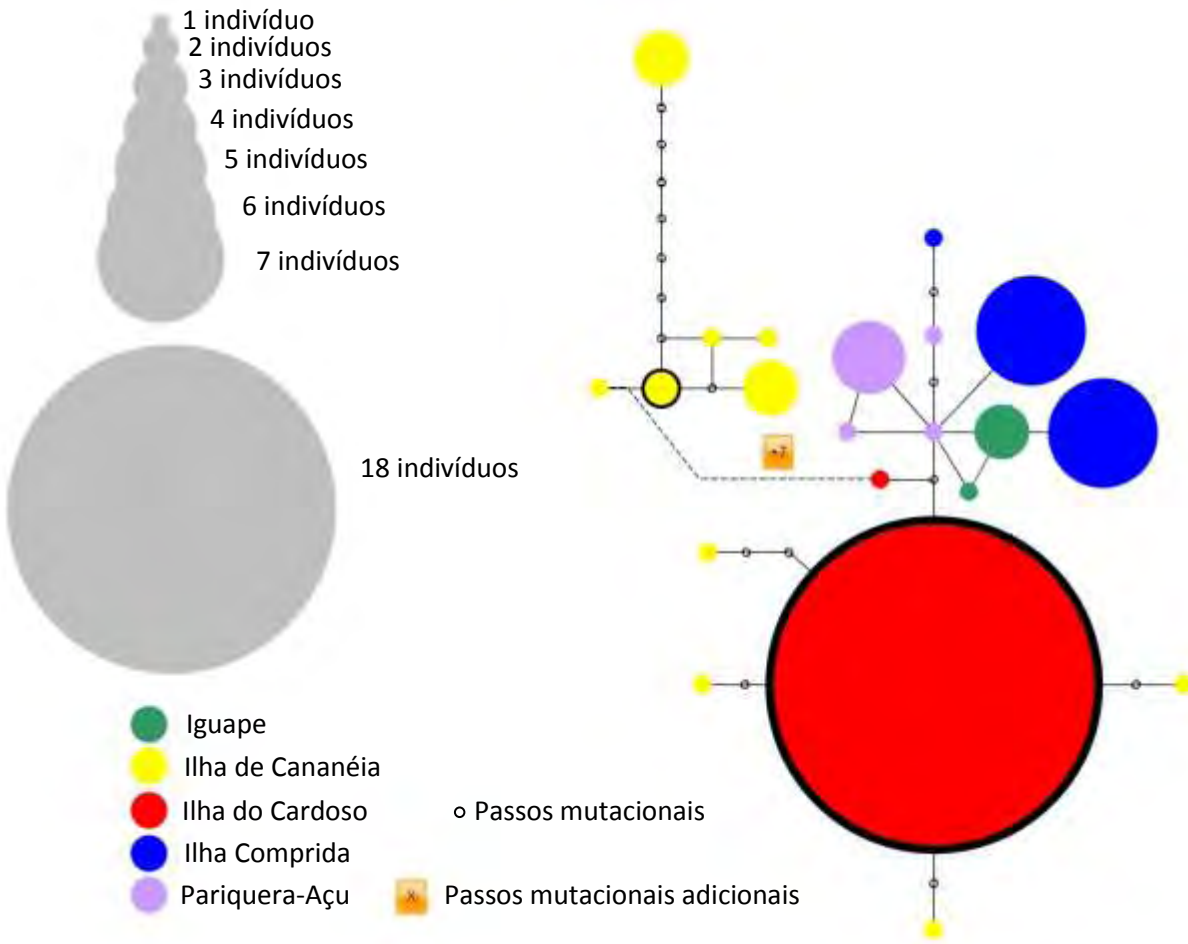


Figura 2- Rede de haplótipos de *Dendrophryniscus leucomystax* obtida através da análise de sequências de DNA mitocondrial (região controle) de indivíduos pertencentes a populações dos Municípios de Iguape, Pariquera-Açu, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia, Estado de São Paulo. O tamanho dos círculos é proporcional à frequência do haplótipo na população.

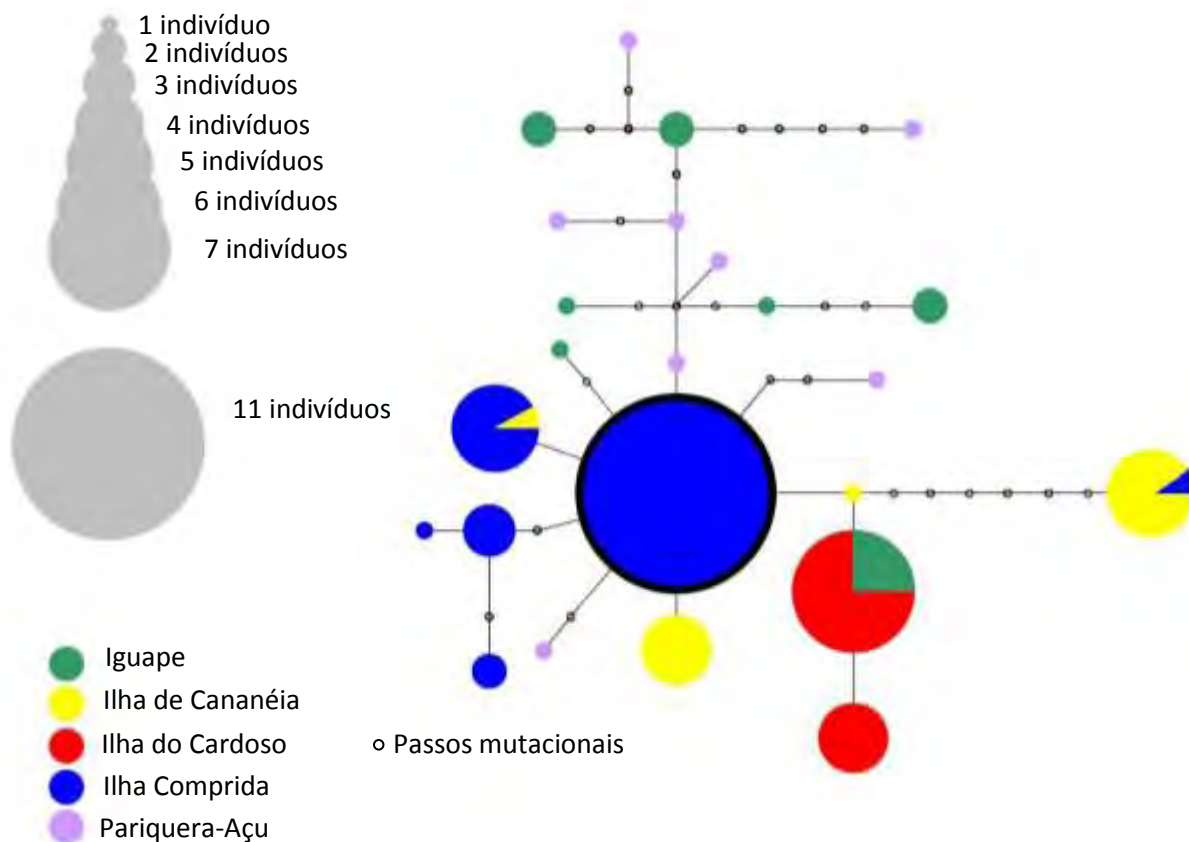
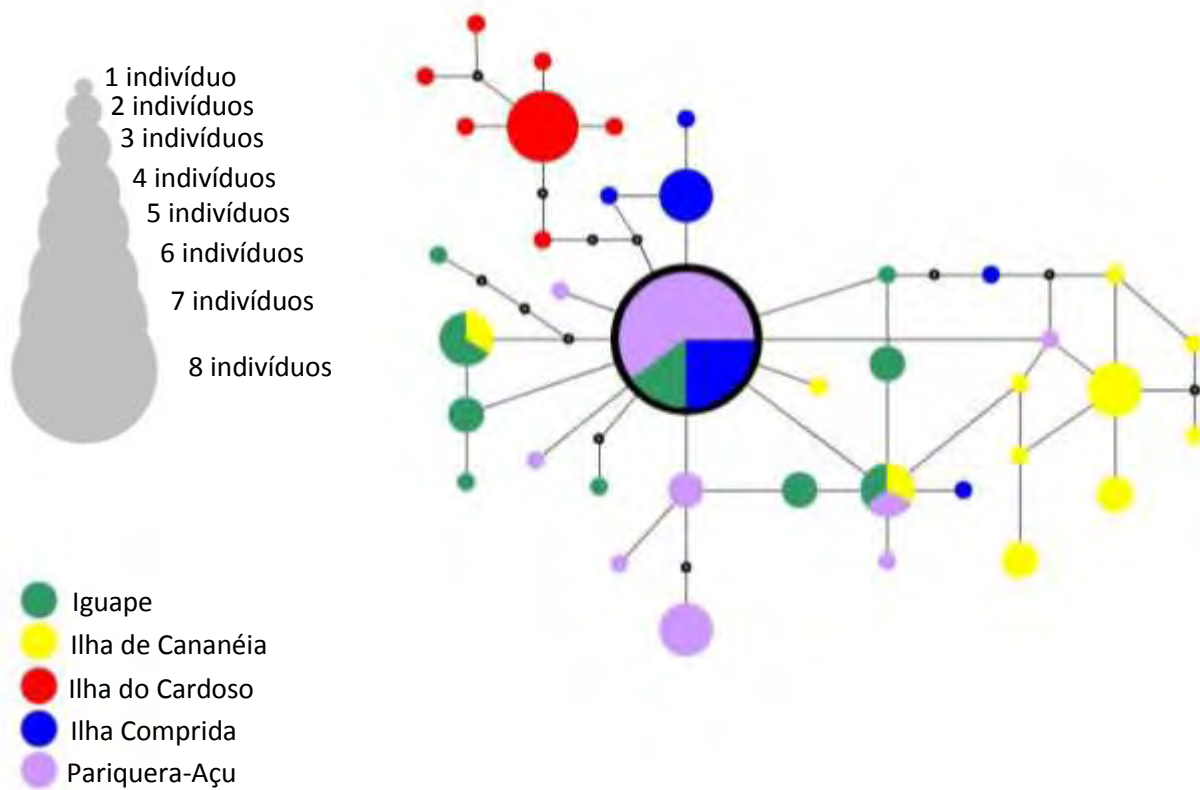


Figura 3- Rede de haplótipos de *Hypsiboas albomarginatus* obtida através da análise de sequências de DNA mitocondrial (região controle) de indivíduos pertencentes a populações dos Municípios de Iguape, Pariquera-Açu, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia, Estado de São Paulo. O tamanho dos círculos é proporcional à frequência do haplótipo na população.



o Passos mutacionais

Figura 4- Rede de haplótipos de *Scinax* sp. 1 (*aff. alter*) obtida através da análise de sequências de DNA mitocondrial (região controle) de indivíduos pertencentes a populações dos Municípios de Iguape, Pariquera-Açu, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia, Estado de São Paulo. O tamanho dos círculos é proporcional à frequência do haplótipo na população.

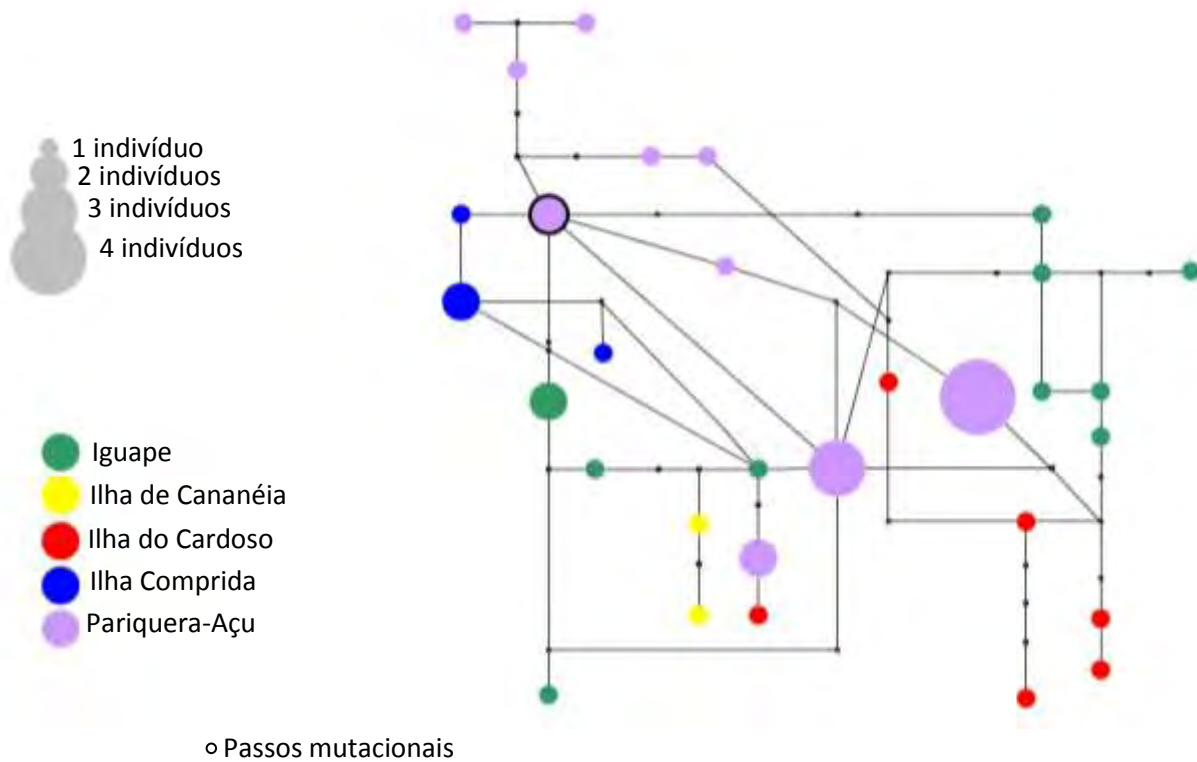


Figura 5- Rede de haplótipos de *Haddadus binotatus* obtida através da análise de sequências de DNA mitocondrial (região controle) de indivíduos pertencentes a populações dos Municípios de Iguape, Pariquera-Açu, Ilha Comprida e Ilha de Cananéia, Estado de São Paulo. O tamanho dos círculos é proporcional à frequência do haplótipo na população.

APÊNDICE

Bufonidae



Dendrophryniscus leucomystax



Rhinella icterica

Bufonidae

Craugastoridae



Rhinella ornata



Haddadus binotatus

Hylidae



Aparasphenodon bokermanni



Dendropsophus berthaltutzei

Hylidae



Dendropsophus elegans



Dendropsophus weneri

Hylidae



Hypsiboas albomarginatus



Hypsiboas raniceps

Hylidae



Hypsiboas faber



Scinax argyreornatus

Hylidae



Itapotihyla langsdorffii



Scinax littoralis

Hylidae



Scinax sp. 1 (aff. *alter*)



Scinax sp. 2 (aff. *alter*)

Hylidae



Scinax sp. (aff. *berthae*)



Scinax sp. (aff. *perpusillus*)

Hylidae



Phyllomedusa distincta

Leiuperidae



Trachycephalus mesophaeus

Leptodactylidae



Physalaemus spiniger

Leptodactylidae



Leptodactylus bokermanni

Microhylidae



Leptodactylus sp. (gr. *marmoratus*)



Chiasmocleis leucosticta