



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro Biomédico
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Tatiana Motta Tavares

O endemismo em escala reduzida no espaço geográfico, na altitude e no habitat: estudo de caso do anuro de riacho *Hylodes fredei* Canedo e Pombal-Jr. 2007 na Ilha Grande, Rio de Janeiro

Rio de Janeiro

2016

Tatiana Motta Tavares

O endemismo em escala reduzida no espaço geográfico, na altitude e no habitat: estudo de caso do anuro de riacho *Hylodes fredei* Canedo e Pombal-Jr. 2007 na Ilha Grande, Rio de Janeiro

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte da Rocha

Coorientadora: Prof.^a Dra. Helena de Godoy Bergallo

Rio de Janeiro

2016

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC-A

T231 Tavares, Tatiana Motta.

O endemismo em escala reduzida no espaço geográfico, na altitude e no habitat: estudo de caso do anuro de riacho *Hylodes fredei* Canedo e Pombal-Jr. 2007 na Ilha Grande, Rio de Janeiro / Tatiana Motta Tavares. – 2015.

74f: il.

Orientador: Carlos Frederico Duarte da Rocha.

Coorientadora: Helena de Godoy Bergallo.

Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

Inclui bibliografia e apêndice.

1. Anuro- Ilha Grande, Baía da (RJ) - Teses. 2. Ecossistemas - Ilha Grande, Baía da (RJ) - Teses. I. Rocha, Carlos Frederico Duarte da. II. Bergallo, Helena de Godoy. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV. Título.

CDU 597.8(815.3)

Autorizo para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Tatiana Motta Tavares

O endemismo em escala reduzida no espaço geográfico, na altitude e no habitat: estudo de caso do anuro de riacho *Hylodes fredei* Canedo e Pombal-Jr. 2007 na Ilha Grande, Rio de Janeiro

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Carlos Frederico Duarte da Rocha (Orientador)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Prof.^a Dra. Helena de Godoy Bergallo (Coorientadora)
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Prof.^a Dra. Clarissa Coimbra Canedo
Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes - UERJ

Prof. Dr. Fábio Haruki Hatano
Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos - UFRA

Rio de Janeiro

2016

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Valéria e Sérgio, e meu marido, Júlio.
Obrigada por todo o apoio, compreensão e amor. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Valéria e Sérgio, e meus avós, João, Vera, Amélia e Serjão, por todo amor e suporte ao longo de toda minha vida, ontem, hoje e sempre. Vocês foram essenciais para a construção do meu ser. Muito obrigada mesmo.

Ao meu marido, Júlio Vitor, por todo amor, carinho, paciência, compreensão, críticas, sugestões e apoio incondicional. Te amo muito.

Ao meu orientador, Carlos Frederico D. Rocha (ou Fred, Fred José, patrão, chefe, chefinho, “boss”) por toda parceria, paciência e conhecimento ao longo desses últimos anos. Mesmo eu ainda terminando o segundo período da faculdade, nem sabendo direito o que queria da vida (rs), você me aceitou de braços abertos no laboratório e já me colocou para trabalhar para valer! “Risca fogo nessa gasolina ein”. Nunca esqueço! Hoje, minha paixão por sapinhos e lagartinhos é culpa sua, hehe. Espero poder fazer valer toda a confiança e esforço depositado. Obrigada.

A minha co-orientadora, Helena G. Bergallo (Nena) por todo ensinamento (apresentado sempre de forma bem humorada) pelos mundos da ecologia de campo, desenho amostral e estatística. Obrigada por me apresentar o projeto do RAPELD da Ilha Grande, e espero poder colaborar com ele sempre que der. Parabéns a todos os envolvidos, está ficando lindo!

As amigadas que teimam em persistir mesmo após o término da graduação: Aline, Andreza, Caio, Débora, Kamila (Kalu), Yasmin (Yaya), Antônio Salzvadel, Remy (Brazilian made in China!), Serafim (meu anjo!) e Tiago Simões. Temos que nos encontrar mais vezes!

A Caroline Reis (Carol Carol Carol Carooooo!) e ao Átilla Ferretti (<3) por todo suporte neste Mestrado. Carol, muito obrigada pela presença na maioria dos campos, e principalmente pelo bom humor nos momentos de maior perrengue. Átilla, cara, o capítulo dois não saia sem sua ajuda! Muito obrigada por ensinar o básico de modelagem, além de revisar o respectivo capítulo.

A todos os ajudantes de campo, que foram essenciais para o progresso desse estudo. O meu muito obrigada a Amaranta, Andreza (mon amour!), Arícia, Bia (Cosendey), Caroline Reis (Carol), Cátia (Catchusca), Felipe Bottona, Leozinho, Marina, Thais Ferreira e Vitor Nelson.

Ao Jorge (cabeça), D. Margo, Rodrigo Castro e Sandro Muniz pelos altos papos, pizzas, peixes fritos / assados e cervejinhas pós campo.

Ao corpo docente, técnico e demais funcionários da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pelos ensinamentos, apoio e dedicação à educação pública de qualidade. Mesmo perante a crise financeira que sempre assombra a instituição, estão sempre dispostos a ajudar os alunos.

A equipe da secretaria do PPGEE, Henrique Garcia, Sônia e Verusca, por desatar todos os nós burocráticos.

Agradeço a toda a equipe envolvida (ou que já foi envolvida) do Laboratório de Ecologia de Vertebrados da UERJ. Obrigada pelas risadas, barzinhos, festinhas, suporte e sessões de auto-ajuda, rs.

Obrigada pacas e cutias para a Jade, digo, Jane de Oliveira, pela revisão desta dissertação.

Agradeço também a banca examinadora desta dissertação, por aceitarem o convite e pelas sugestões.

Ao Instituto Chico Mendes e ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) pelas licenças de pesquisa concedidas.

A toda equipe do INEA, do Parque Estadual da Ilha Grande, da Reserva Biológica da Praia do Sul, do Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, do Programa de Pesquisa em Biodiversidade Mata Atlântica (PPBio Mata Atlântica) e da pousada Nautilus, além da Amanda, D. Margo, Sr. Kazuo e Sandro por todo suporte logístico.

A FAPERJ pelo apoio através do programa “Cientistas do Nosso Estado” (processo nº E-26/102.765/2012, em nome de Carlos Frederico Duarte da Rocha; E26 /201.267/ 2014 em nome de Helena de Godoy Bergallo) e CNPq (processos 304791/2010-5 e 472287/2012-5 em nome de Carlos Frederico Duarte da Rocha; 307781/2014-3 em nome de Helena de Godoy Bergallo). Este estudo também foi apoiado pelos processos E-26/110.284/2010 da FAPERJ e 457458/2012-7 do CNPq.

A CAPES e FAPERJ pelas bolsas concedidas durante o mestrado.

Gentileza gera gentileza

José Datrino (Profeta Gentileza)

RESUMO

TAVARES, Tatiana Motta. **O endemismo em escala reduzida no espaço geográfico, na altitude e no habitat:** estudo de caso do anuro de riacho *Hylodes fredei* Canedo Pombal-Jr. 2007 na Ilha Grande, Rio de Janeiro. 2016. 74f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

Informações acerca da distribuição geográfica e uso do habitat das espécies são importantes para o plano de manejo a nível populacional. O anuro *Hylodes fredei* é endêmico da Ilha Grande, litoral do estado do Rio de Janeiro, onde habita exclusivamente os riachos locais. O conhecimento sobre a efetiva distribuição de *H. fredei* na Ilha é restrito, uma vez que as informações acerca de sua ocorrência se referem apenas a região leste. O objetivo desta dissertação foi ampliar o conhecimento acerca da distribuição de *H. fredei* no espaço geográfico e altitudinal, além de averiguar quais características do habitat influenciam na ocupação da espécie por entre os riachos. Realizamos buscas ativas por entre trilhas que conectam localidades e parcelas do RAPELD, durante o período de atividade da espécie (diurno), nos meses das estações chuvosas de 2014 e 2015. Avaliamos a frequência de ocorrência do anuro por entre os riachos das vertentes continental e oceânica e ao longo do gradiente altitudinal. Avaliamos a densidade de indivíduos adultos por metro de calha através de buscas ativas em um trecho de 100 metros dos riachos encontrados. Durante as buscas ativas dentro dos riachos, também coletamos dados físico-químicos e estruturais. Testamos como os dados abióticos do riacho poderiam influenciar na ocupação e abundância de *H. fredei* através da modelagem de ocupação seguido de seleção de modelos, utilizando o Critério de Informação de Akaike. Testamos se *H. fredei* possui preferência no uso do habitat, comparando a disponibilidade de habitat com o utilizado. Nossos resultados demonstram que *H. fredei* foi encontrado em ambas as vertentes da ilha, sendo encontrado em três de cada 10 riachos. A espécie apresentou maior frequência de ocorrência em riachos da vertente oceânica (42,6% dos riachos ocupados) em comparação com a vertente continental (23,1%), sugerindo que o regime de chuvas e a ocupação humana podem ter influenciado na distribuição da espécie. *Hylodes fredei* foi registrado em altitudes entre 60 a 420 metros, com maior frequência de ocorrência nos riachos entre 200 e 350 metros, possivelmente relacionado com a disponibilidade de riachos nesta faixa altitudinal. A densidade de indivíduos dentro dos riachos foi semelhante à de outros anuros hilotídeos, com média de um indivíduo a cada 20 metros de calha nos riachos em que habita. A seleção de modelos apontou um conjunto de seis variáveis como sendo as principais influenciando a ocupação e abundância de *H. fredei* pelos riachos da Ilha Grande. É sugestivo que a condutividade elétrica da água, intensidade de luz e umidade relativa do ar influenciem na atividade reprodutiva de *H. fredei*. Riachos com maior disponibilidade de vegetação e galhos/troncos ofereceriam sítios de repouso para a espécie, enquanto riachos mais arenosos afetaram negativamente a abundância pela ausência de abrigos contra predadores. *Hylodes fredei* utilizou majoritariamente o habitat de pedra (80,6% dos registros), possivelmente devido a disponibilidade de abrigos e da coloração semelhante a superfície das pedras, oferecendo um ambiente mais protegido contra predadores.

Palavras-chave: Abundância. Conservação. Distribuição. Floresta Atlântica. Ocupação. Seleção de habitat.

ABSTRACT

TAVARES, Tatiana Motta. **The reduced endemism in geographic space, altitude and habitat:** a study case of the torrent anuran *Hylodes fredei* Canedo Pombal-Jr. 2007 at Ilha Grande, Rio de Janeiro. 2016. 74f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

Information about the species' geographic distribution and habitat use are important for management plans at population level. The anuran *Hylodes fredei* is endemic from Ilha Grande Island, coast of state of Rio de Janeiro, where it inhabits only the local streams. The knowledge around the effective distribution of *H. fredei* in the island is restricted, since the information about its occurrence refer only to the eastern region. The goal of this master dissertation was to expand the knowledge about *H. fredei*'s distribution in geographic space and altitude, besides determining which habitat's characteristics have an influence on the species' occupation between streams. We used encounter surveys between trails that connect locations and RAPELD plots, over the species activity time (diurnal), in rainy season months of 2014 and 2015. We evaluated the anuran frequency of occurrence between streams from continental and oceanic slopes and along altitudinal gradient. We evaluated the density of adult individuals per meter of stream edge, with encounter surveys on a 100 meters section in the streams found. During the encounter surveys inside streams, we also collected physical-chemical and habitat data. We tested how the abiotic data could influence occupancy and abundance of *H. fredei* with occupancy modeling followed by model selection, using Akaike Information Criterion. We tested if *H. fredei* has preferences in habitat use, comparing the available habitat with what in fact was used. Our results demonstrate that *H. fredei* was found in both island slopes, being found in three out of 10 streams. The species showed more frequency of occurrence in streams of the oceanic slope (42.6% of the streams were occupied) in comparison to the continental slope (23.1%), suggesting that rainfall and human occupation may have influenced the species distribution. *Hylodes fredei* was recorded at altitudes between 60 and 420 meters, with a higher frequency of occurrence in streams between 200 and 350 meters, possibly related with the streams availability in this altitudinal range. The density of individuals inside the streams was similar to other Hylodidae anurans, with close to one individual every 20 meters of the stream edge where it inhabits. The model selection appointed a set of six variables that were the main influences in *H. fredei* occupancy and abundance between streams in Ilha Grande. It is suggestive that water conductivity, light intensity and air relative humidity had influence in the *H. fredei* reproductive activity. Streams with a high availability of vegetation and branches/trunks offer resting sites for the species, while sandy streams affect negatively the abundance because of the absence of shelters from predators. *Hylodes fredei* used mostly the rock habitat (80.6% of the records), possibly because the availability of shelters and the similar coloration with the rock surface, offering a safer place from predators.

Keywords: Abundance. Atlantic Rainforest. Conservation. Distribution. Habitat selection. Occupancy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Macho de <i>Hylodes fredei</i> em atividade de canto sobre raiz em um riacho na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro.....	17
Figura 2 –	Localização da Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, sudeste do Brasil.....	19
Figura 3 –	Trilhas percorridas durante as expedições de campo, realizadas entre outubro de 2014 a outubro de 2015, na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, RJ.....	20
Figura 4 –	Localidades-tipo das espécies da família Hylodidae, dentro do Bioma Mata Atlântica	25
Figura 5 –	Indivíduo de <i>Hylodes fredei</i> em atividade de canto sobre pedra no riacho na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.....	26
Figura 6 –	Riachos na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, percorridos entre outubro de 2014 e outubro de 2015 para localização de <i>Hylodes fredei</i>	29
Figura 7 –	Pontos com registro de <i>Hylodes fredei</i> na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, entre outubro de 2014 e outubro 2015.....	30
Figura 8 –	Altitudes em pontos de riachos encontrados ao longo das trilhas percorridas e altitudes nos pontos em que indivíduos de <i>Hylodes fredei</i> foram registrados ao longo do percurso realizado nas trilhas percorridas nas florestas da Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.....	33
Figura 9 –	Total de riachos e total de riachos com <i>Hylodes fredei</i> encontrados nas diferentes cotas altitudinais ao longo do percurso realizado nas trilhas percorridas nas florestas da Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.....	34
Figura 10 –	Macho de <i>Hylodes fredei</i> sobre pedra no riacho.....	43
Figura 11 –	Riachos na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis (RJ), analisados ao longo das campanhas de campo, entre outubro de 2014 e outubro de 2015.....	47
Figura 12 –	Gráficos das parciais das variáveis abióticas dos três melhores modelos sugeridos com a parcial da ocupação de <i>Hylodes fredei</i> nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.....	50

Figura 13 –	Parciais das variáveis abióticas dos três melhores modelos sugeridos com a parcial da abundância de <i>Hylodes fredei</i> nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.....	51
Figura 14 –	Gráficos de dispersão das variáveis abióticas dos três melhores modelos sugeridos com a ausência / presença de <i>Hylodes fredei</i> nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.....	53
Figura 15 –	Proporção de habitats disponíveis nos riachos e proporção de habitats utilizados por <i>Hylodes fredei</i> nos riachos que cortam as trilhas percorridas na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.....	55
Figura 16 –	<i>Hylodes fredei</i> no riacho, destacando a coloração da espécie semelhante a superfície da pedra.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Distância percorrida, número de registro de indivíduos de <i>Hylodes fredei</i> e número de riachos registrados longo das trilhas, e frequência de ocorrência de <i>H. fredei</i> ao longo dos riachos da Ilha Grande percorridos entre outubro de 2014 a outubro de 2015.....	31
Tabela 2 –	Vertente, trilha, coordenada geográfica (UTM, Datum WGS84) e densidade dos indivíduos (indivíduo / metro de calha do riacho) de <i>Hylodes fredei</i> nos riachos em que foram realizadas as buscas ativa e detectada a presença da espécie.....	32
Tabela 3 –	Relação dos 20 modelos que melhor explicam a ocupação para <i>Hylodes fredei</i> na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Ajuste das estimativas = 0,24 e parâmetro de sobredispersão = 1,03.....	48
Tabela 4 –	Somatório do peso de Akaike dos modelos que incluem a variável abiótica em questão, na modelagem de ocupação para <i>Hylodes fredei</i> na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.....	49
Tabela 5 –	Valores do R^2 , F de Fisher, coeficientes e probabilidade das análises de regressões, avaliando quais as variáveis abióticas influenciam na ocupação e abundância de <i>Hylodes fredei</i> nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.....	52
Tabela 6 –	Valores do R^2 , F de Fisher e de probabilidade das análises de variância, e médias \pm desvio padrão dos riachos sem (ausência) e com registro (presença) de <i>Hylodes fredei</i> , avaliando quais variáveis abióticas se diferem nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.....	54

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	15
1	MATERIAL E MÉTODO GERAL	18
1.1	Área do estudo	18
1.2	Coleta dos dados	19
1.3	Referência bibliográfica	21
2	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ALTITUDINAL DO ANURO ENDÊMICO <i>HYLODES FREDI</i> CANEDO E POMBAL-JR. 2007 NA ILHA GRANDE, RJ	23
2.1	Introdução	24
2.2	Materiais e Métodos	27
2.3	Resultados	28
2.4	Discussão	34
2.5	Referência bibliográfica	37
3	ABUNDÂNCIA E USO DO HABITAT PELO ANURO ENDÊMICO <i>HYLODES FREDI</i> CANEDO E POMBAL-JR. 2007 NOS RIACHOS DA ILHA GRANDE, RJ	41
3.1	Introdução	42
3.2	Materiais e Métodos	44
3.3	Resultados	47
3.4	Discussão	55
3.5	Referência bibliográfica	59
	CONCLUSÕES GERAIS	63
	APÊNDICE A – Distância percorrida, número de registro de indivíduos de <i>Hylodes fredei</i> e número de riachos nas trilhas da Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, percorridas entre outubro de 2014 a outubro de 2015.....	64
	APÊNDICE B – Vertente, trilha, coordenada em UTM, altitude acima do nível do mar (em metros) e presença (1) ou ausência (0) de <i>Hylodes fredei</i> em riachos que cortam as trilhas percorridas na Ilha Grande, RJ.....	65
	APÊNDICE C – Vertente, trilha, coordenada em UTM e altitude acima do nível do mar de <i>Hylodes fredei</i> em atividade de canto em pontos próximos à trilha percorridas na Ilha Grande, RJ.....	69

APÊNDICE D – Matriz de correlação de Pearson das variáveis abióticas dos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.....	70
APÊNDICE E – Seleção de modelos de ocupação para <i>Hylodes fredii</i> na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, que se encontram acima do modelo nulo. Ajuste das estimativas = 0,24 e parâmetro de sobredispersão = 1,03.	72

INTRODUÇÃO GERAL

O plano manejo de uma espécie ameaçada de extinção exige conhecimento prévio da mesma (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Informações tais como distribuição espacial, tamanho populacional, estrutura demográfica, bióticas, uso do habitat e fisiologia são as mais utilizadas para a definição do *status* de conservação da espécie por instituições nacionais e internacionais (BERGALLO et al., 2000; IUCN, 2015). Considerar a história natural da espécie permite o planejamento e implementação de esforços cada vez mais eficazes para a conservação a nível populacional (BERGALLO et al., 2000; GILPIN e SOULÉ, 1986; PRIMACK e RODRIGUES, 2001). A distribuição espacial da espécie costuma ser um forte critério considerado nos planos de manejo, em virtude do elevado risco de extinção das espécies com distribuição limitada (PETERSON e WATSON, 1998; REID e MILLER, 1989). As taxas de extinção são maiores em espécies com distribuição restrita em comparação com aquelas cuja distribuição geográfica é mais abrangente (considerando vertebrados, invertebrados e plantas; REID e MILLER, 1989). É importante também entender as variáveis espécie-específicas e *in loco* que determinam o grau de ocupação da espécie por entre as localidades, como forma de evitar a superestimação da distribuição e, conseqüentemente, do *status* de conservação (e.g. ALMEIDA-GOMES et al., 2014).

Anfíbios anuros da Mata Atlântica costumam apresentar endemismos de escala geográfica limitada, em decorrência das variações climáticas do Quaternário recente (CARNAVAL e MORITZ, 2008). A família Hylodidae (Ordem: Anura) é composta por 46 espécies dos gêneros *Crossodactylus* Duméril & Bibron, 1841, *Hylodes* Fitzinger, 1826 e *Megaelosia* Miranda-Ribeiro, 1923, que caracteristicamente vivem de forma restrita ao ambiente de riachos da Mata Atlântica (ALMEIDA-GOMES et al., 2007; ALMEIDA-GOMES et al., 2014; FROST 2015; LAIA e ROCHA, 2012). O gênero *Hylodes* representa mais da metade das espécies dessa família (25 espécies), sendo encontrados desde o sul do Espírito Santo até o norte do Rio Grande do Sul. Uma vida restrita a um ambiente especializado pode representar um problema para a sobrevivência de um anfíbio em um ambiente em alteração, pelo fato de sua real área de ocupação ser muito reduzida. Almeida-Gomes e colaboradores (2014) demonstraram em seu estudo que a real extensão de ocorrência de duas espécies de *Hylodes* na região serrana do estado do Rio de Janeiro é de apenas 0,9 a 3,5 % da área de ocupação originalmente estimada. Esses autores mostraram que isso tem importantes implicações para a conservação das espécies do grupo (e, supostamente para

outras espécies de organismos de vida restrita a córregos). Com base na efetiva área de ocupação, o real *status* de conservação desses anuros em termos dos critérios de avaliação da *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), o risco de extinção dessas espécies estaria consideravelmente subestimado (ALMEIDA-GOMES et al., 2014). Ao ser considerada a efetiva área de ocupação, estas espécies, com base nos mesmos critérios da IUCN passariam à categoria de ameaçadas (ALMEIDA-GOMES et al., 2014). As espécies de anuros restritas ao ambiente de riacho são afetadas de forma negativa com o distúrbio desse meio, como a retirada da vegetação ripária e a poluição (BECKER et al., 2010; SOUZA e ETEROVICK, 2011), o que pode diminuir ainda mais sua real distribuição geográfica. Este fato aponta para a relevância de acumularmos conhecimento sobre a distribuição, a ecologia e os tamanhos populacionais de espécies animais (invertebrados e vertebrados), além de plantas, com vida restrita a calha de córregos nos riachos existentes no interior das florestas.

O hilodídeo *Hylodes fredii* Canedo e Pombal-Jr. 2007 (Figura 1) é uma espécie de anuro endêmica da Ilha Grande, litoral sudoeste fluminense. A espécie foi descrita em 2007 (CANEDO e POMBAL-JR., 2007), e o respectivo girino descrito em 2010 (LAIA et al., 2010). A espécie está atualmente categorizada na lista vermelha da IUCN (2015) como “Dados Insuficientes”, por haver poucas informações disponíveis sobre sua ecologia, as quais se restringem a informações introdutórias sobre uso do habitat, dieta (ALMEIDA-GOMES et al., 2007), aspectos do parasitismo (HATANO et al., 2007) e à atividade de vocalização (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002). É uma espécie de fácil detecção no ambiente por possuir o canto conspícuo no habitat, ser diurna, por vocalizar intensamente durante todo o período de luz e de forma exposta no habitat e por cantar durante quase todos os meses do ano (setembro a maio) (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002). O conhecimento acerca da distribuição geográfica da espécie se restringe apenas à uma pequena porção leste da Ilha, na região da Vila dos Dois Rios (trilhas da Mãe D’Água e Jararaca), trilhas do Caxadaço e da Parnaioca e região do Bico do Papagaio (ALMEIDA-GOMES et al., 2007; HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002; HATANO et al., 2007; LAIA et al., 2010). Quais as características extrínsecas e intrínsecas aos riachos da Ilha Grande podem contribuir com o grau de favorecimento / restrição da ocorrência espécie nos diferentes riachos existentes na ilha ainda são desconhecidos.

No primeiro capítulo desta dissertação, ampliamos o conhecimento sobre a distribuição espacial em termos geográficos e altitudinal de *H. fredii* entre diferentes localidades da Ilha Grande. Estimamos também a frequência de ocupação nos diferentes

riachos com registro da espécie e estimamos o índice de densidade populacional nos riachos ocupados.

No segundo capítulo buscamos entender em que extensão alguns fatores abióticos podem afetar localmente a taxa de ocupação de *H. fredii* nos riachos amostrados e como estes fatores podem afetar a abundância da espécie. Adicionalmente, avaliamos como *H. fredii* utiliza o ambiente do riacho em termos de uso dos habitats disponíveis.

Figura 1 – Macho de *Hylodes fredii* em atividade de canto sobre raiz em um riacho na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, Estado do Rio de Janeiro.



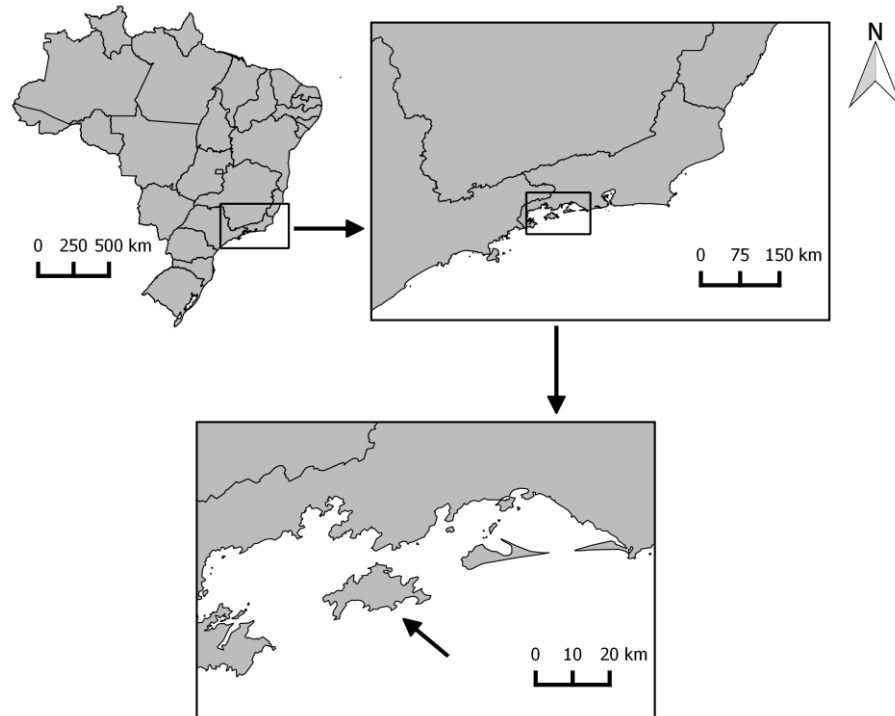
Fonte: Foto de Tatiana Motta-Tavares, 2015.

1 MATERIAL E MÉTODO GERAL

1.1 Área do estudo

A Ilha Grande (23° 8' 26" S, 44° 14' 50" O) é a maior ilha da costa do estado do Rio de Janeiro, com 28 km de extensão Leste-Oeste, 12 km Norte-Sul e 193 km² de área total (Figura 2). A ilha está inserida no Bioma Mata Atlântica, e é predominantemente coberta por Floresta Ombrófila Densa, além de trechos de restinga, mata alagadiça e manguezais ao sul (ALHO, SCHNEIDER e VASCONCELLOS, 2002; OLIVEIRA, 2002; CALLADO et al., 2009). O histórico de exploração de lavouras de cana-de-açúcar, café e milho desde o século XVIII resultou na remoção da maior parte da vegetação original até aproximadamente 400 metros de altitude, mas manteve a vegetação original acima desta cota devido à dificuldade de acesso nestas áreas (ALHO, SCHNEIDER e VASCONCELLOS, 2002). Parte da vegetação que foi perturbada nos últimos séculos agora se encontra em diferentes estágios sucessionais (OLIVEIRA, 2002). Em 2002, a ilha possuía 46,7% da área com vegetação original e 43,2% da área composta por floresta secundária (ALHO, SCHNEIDER e VASCONCELLOS, 2002). A criação da primeira unidade de conservação da ilha em 1971 colaborou com os diferentes estados de conservação dos ambientes naturais. Hoje, a Ilha Grande conta com quatro unidades de conservação: o Parque Estadual da Ilha Grande (PEIG; Decreto Estadual nº 15.273, de 26 de junho de 1971), a Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (RBEPS; Decreto Estadual nº 4.972, de 2 de dezembro de 1981), a Área de Proteção Ambiental de Tamoios (APA Tamoios; Decreto Estadual nº 9.452, de 5 de dezembro 1986) e o Parque Estadual Marinho do Aventureiro (PEMA; Decreto Estadual nº 15.983, de 27 de novembro de 1990). A Ilha Grande registra até o momento 37 espécies de anfíbios anuros, distribuídos em 11 famílias (TELLES, 2015). Duas espécies dentre as registradas foram confirmadas como sendo endêmicas da ilha – *Proceratophrys tupinamba* Prado e Pombal-Jr, 2008 e *Hylodes fredii* Canedo e Pombal-Jr 2007.

Figura 2 – Localização da Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, sudeste do Brasil.



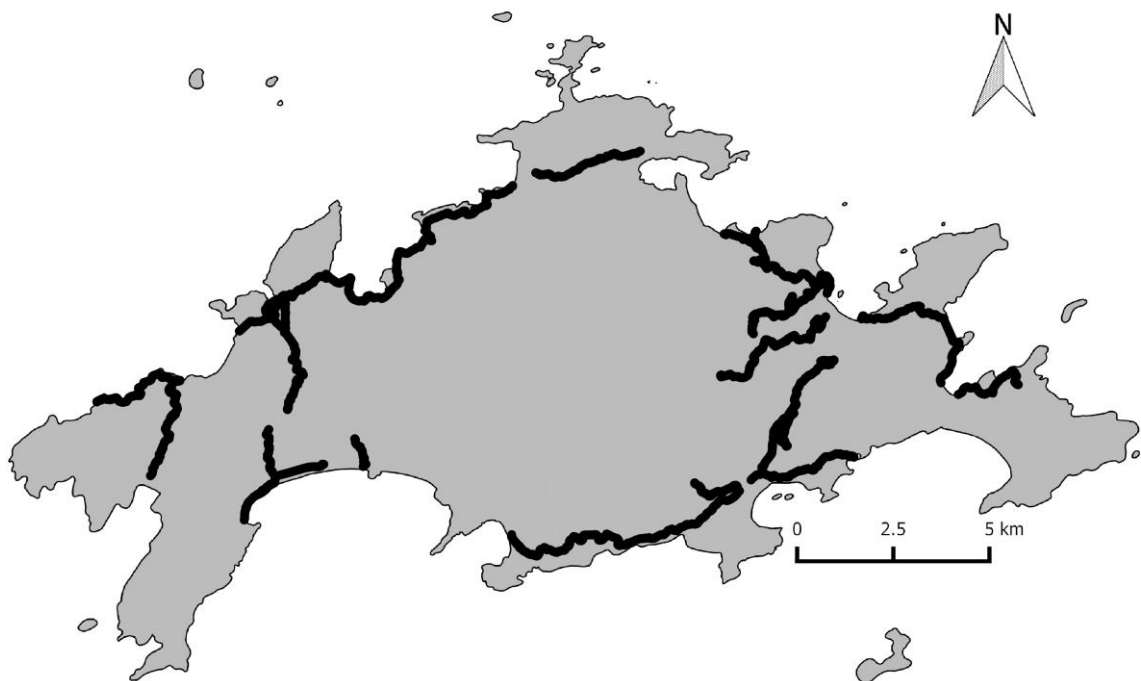
Fonte: Figura elaborada por Tatiana Motta-Tavares, 2015.

1.2 Coleta dos dados

Realizamos as amostragens ao longo das trilhas existentes na ilha que interconectam localidades, pontos de interesse turístico e parcelas do RAPELD (RA = do inglês, *Rapid Assessment program*, e PELD = Pesquisa Ecológica de Longa Duração), módulos Oeste e Leste (Figura 3). As excursões foram mensais (de cinco a dez dias/mês), realizadas entre outubro de 2014 a maio de 2015, e em outubro de 2015, período nas quais a espécie se encontra ativa (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002). As trilhas foram percorridas apenas durante o período diurno, entre 7:00 e 17:00 horas, período no qual a espécie é mais ativa (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002). A distribuição de *H. fredei* ao longo da Ilha Grande foi avaliada através de transecções com busca ativa e auditiva (atividade de canto) ao longo das trilhas que cortam trechos da floresta ao longo da costa e de porções interiores da Ilha Grande, incluindo ambientes de floresta ombrófila, restingas, mangue e também áreas com impacto antrópico (e.g. arredores/interior de vilas). Todos os riachos encontrados tiveram a coordenada e a altitude registrados. Quando um indivíduo adulto de *H. fredei* foi detectado, anotamos as seguintes informações: A) coordenada geográfica; B) altitude do ponto (uso do GPS); e C) habitat em que

o anuro se encontrava. Em parte dos riachos encontrados ($N = 33$), realizamos buscas ativas por *H. fredei* em um trecho de 100 metros do riacho, a montante. Dentro dos riachos nos quais foram realizadas as buscas ativas, também registramos as variáveis físicoquímicas e estruturais do ambiente (mais detalhes no Materiais e Métodos do capítulo 2, p. 45 desta dissertação). Os registros das coordenadas geográficas e das altitudes dos pontos (em metros acima do nível do mar) se deram pelo uso de GPS Garmin, modelo GPSMap 78s, coordenada em UTM e datum WGS84.

Figura 3 – Trilhas percorridas durante as expedições de campo, realizadas entre outubro de 2014 a outubro de 2015, na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, RJ



Legenda: Linhas pretas = Trilhas percorridas.

Fonte: Figura elaborada por Tatiana Motta-Tavares, 2015.

Referência bibliográfica

ALHO, C.J.R.; SCHNEIDER, M. e VASCONCELLOS, L.A. Degree of threat to the biological diversity in the Ilha Grande State Park (RJ) and guidelines for conservation. *Brazilian Journal of Biology* 62: 375-385. 2002.

ALMEIDA-GOMES, M.; HATANO, F.H.; VAN SLUYS, M. e ROCHA, C.F.D. Diet and microhabitat use by two Hylodinae species (Anura, Cycloramphidae) living in sympatry and syntopy in a Brazilian Atlantic Rainforest area. *Iheringia. Série Zoologia* 97 (1): 27-30. 2007.

ALMEIDA-GOMES, M.; LORINI, M. L. e ROCHA, C.F.D.; VIEIRA, M.V. Underestimation of extinction threat to stream-dwelling amphibians due to lack of consideration of narrow area of occupancy. *Conservation Biology* 28 (2): 616-619. 2014

BECKER, C.G.; FONSECA, C.R.; HADDAD, C.F. e PRADO, P.I. Habitat split as a cause of local population declines of amphibians with aquatic larvae. *Conservation Biology* 24 (1): 287-294. 2010

BERGALLO, H. G.; ROCHA, C. F. D.; ALVES, M. A. S. e VAN SLUYS, M. A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro. Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 168p. 2000.

CALLADO, C.H.; BARROS, A.A.M.; RIBAS, L.A.; ALBARELLO, N.; GAGLIARDI, R. e JASCONE, C.E.S. Flora e cobertura vegetal. p. 91-162 In: BASTOS, M. e CALLADO, C.H. O Ambiente da Ilha Grande. Rio de Janeiro, UERJ/CEADS. 2009

CANEDO, C. e POMBAL-JR., J.P. Two new species of torrente frog of the genus *Hylodes* (Anura, Hylodidae) with nuptial thumb tubercles. *Herpetologica* 63: 224-235. 2007.

CARNAVAL, A.C. e MORITZ, C. Historical climate modeling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Biogeography* 35: 1187-1201. 2008.

FROST, D.R. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.5 (15 Agosto, 2015). <<http://research.amnh.org/vz/>> American Museum of Natural History, New York, USA. 2015. Acessado em 15 de Agosto de 2015.

GILPIN, M. E. e SOULÉ M.E. Minimum viable populations: processes of species extinction. p. 19-34. In: SOULÉ M. E. Conservation biology: the science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Massachusetts, EUA. 19-34. 1986.

HATANO, F. H.; ROCHA, C.F.D. e VAN SLUYS, M. Environmental Factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology* 36 (2): 314-318. 2002.

HATANO, F. H.; GETTINGER, D.; VAN SLUYS, M. e ROCHA, C.F.D. Parasitism of *Hylodes phyllodes* (Anura: Cycloramphidae) by *Hannemania* sp. (Acari: Trombiculidae) in an area of Atlantic forest, Ilha Grande, Southeastern Brazil. *Parasite* 14: 107-112. 2007.

IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. <www.iucnredlist.org>. Acessado em 15 de Agosto de 2015.

LAIA, R.C.; FATORELLI, P.; HATANO, F. H. e ROCHA, C.F.D. Tadpole of *Hylodes fredei* (Anura: Hylodidae), a frog endemic to an Atlantic Forest island (Ilha Grande, Rio de Janeiro State), Brazil. *Zootaxa* 2640: 62-64. 2010.

LAIA, R.C. e ROCHA, C. F. D. Adults and tadpoles of species of Hylodidae (Anura): history and taxonomy perspectives. *Zoologia (Curitiba)* 29: 89-94. 2012.

OLIVEIRA, R.R. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. *Rodriguésia* 53: 33-58. 2002.

PETERSON, A.T. e WATSON, D.M. Problems with areal definitions of endemism: the effects of spatial scaling. *Diversity and Distributions* 4(4): 189-194. 1998.

PRIMACK, R.B. e RODRIGUES, E. *Biologia da conservação*. Londrina, Paraná, Editora Rodrigues. 2001.

REID W. V. e MILLER K. R. *Keeping Options Alive: The scientific basis for conserving biodiversity*. World Resources institute, Washintong D.C. E.U.A.1989.

SOUZA, A.M. e ETEROVICK, P.C. Environmental factors related to anuran assemblage composition, richness and distribution at four large rivers under varied impact levels in Southeastern Brazil. *River research and applications* 27 (8): 1023-1036. 2011.

TELLES, F.B.S. *A anurofauna da Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul (Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ): composição, riqueza de espécie e estrutura das comunidades*. Tese de Doutorado, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 156p. 2015.

2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ALTITUDINAL DO ANURO ENDÊMICO *HYLODES FREDI* CANEDO E POMBAL-JR. 2007 NA ILHA GRANDE, RJ

Resumo

O endemismo é a ocorrência restrita de uma espécie à uma determinada área ou região. O endemismo em escala reduzida possui elevado valor de conservação, uma vez que a ocorrência limitada de uma espécie implica em uma probabilidade mais elevada de extinção desta devido a alterações naturais ou antrópicas no restrito ambiente. Um dos exemplos de endemismo de escala reduzida é o anuro hilodídeo *Hylodes fredei* Canedo e Pombal-Jr. 2007, sendo encontrado apenas na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro. As informações sobre a ocorrência de *H. fredei* no espaço insular ainda são incipientes e restritas a uma pequena localidade da Ilha. No presente estudo, avaliamos a extensão da atual ocorrência de *H. fredei* na ilha com base em metodologia de amostragem intensiva e padronizada nos riachos da Ilha Grande, permitindo conhecer a distribuição mesmo na escala reduzida de ocorrência da espécie. Nós estimamos a frequência de ocorrência e a densidade da espécie do anuro nos riachos que cortam as trilhas existentes na ilha, avaliando se existem diferenças entre as vertentes continental e oceânica. Também avaliamos como *H. fredei* se distribui ao longo das faixas altitudinais. Os dados mostraram que *H. fredei* se distribui de forma extensa por diferentes localidades da Ilha Grande, sendo registrado em três de cada 10 riachos da Ilha Grande. A espécie possui padrões de distribuição diferentes entre as vertentes oceânica e continental, com uma maior frequência de ocorrência em riachos da vertente oceânica (42,6% dos riachos ocupados) do que na vertente continental (23,1% dos riachos ocupados). Dentro dos riachos em que habita, encontramos em média um indivíduo de *H. fredei* a cada 20 metros de extensão da calha, densidade semelhante à de outras espécies da família. *Hylodes fredei* foi registrado apenas em altitudes entre 60 a 420 metros de altitude, com maior frequência de ocupação nos riachos entre 200 e 350 metros de altitude.

2.1 Introdução

O endemismo, que é a ocorrência restrita de uma espécie à uma determinada área ou região (ANDERSON, 1994; MYERS et al., 2000), pode ser tratado em diferentes escalas. Em alguns casos, espécies podem ser consideradas endêmicas de grandes regiões geográficas (e.g. continentes), a nível de fronteiras geopolíticas (e.g. fronteiras de Países), a uma região natural (e.g. biomas), ou ainda, a uma parte dessa região natural (ANDERSON, 1994; PETERSON e WATSON, 1998). O endemismo de escala reduzida possui elevado valor de conservação uma vez que a ocorrência limitada da espécie implica, comparativamente, em uma probabilidade mais elevada de extinção (REID e MILLER, 1989; PETERSON e WATSON, 1998). Espécies com distribuição limitada estão mais sujeitas a extinção em decorrência mudanças climáticas, alteração do habitat natural, competição com espécies exóticas invasoras e infecção por agentes patógenos (MALCOLM et al., 2006; PETERSON e WATSON, 1998; PRIMACK e RODRIGUES, 2001; TOLEDO et al., 2006).

Endemismos de pequena escala são particularmente comuns em anfíbios anuros, como resultado da alteração das paisagens naturais no tempo evolutivo. Em ambientes de relevo acidentado, como parte do Bioma da Mata Atlântica, há endemismos de anuros restritos a área de altitudes elevadas (CRUZ e FEIO, 2007; HADDAD et al., 2013), em que algumas espécies se diferenciaram localmente como resultado das mudanças no nível do mar, consequência das variações climáticas no Quaternário recente (BITTENCOURT-SILVA e SILVA, 2013; CARNAVAL e MORITZ, 2008). Entre os exemplos de endemismo de escala reduzida em anuros há casos de ambientes insulares como é o caso do hilodídeo *Hylodes fredei* que é endêmico da Ilha Grande, município de Angra dos Reis, estado do Rio de Janeiro.

A família Hylodidae atualmente é constituída por 46 espécies inseridas em três gêneros (*Crossodactylus* Duméril & Bibron, 1841, *Hylodes* Fitzinger, 1826 e *Megaelosia* Miranda-Ribeiro, 1923), onde todas possuem suas respectivas localidade-tipo dentro do Bioma Mata Atlântica (FROST, 2015; LAIA e ROCHA, 2012; Figura 4). Além da já restrita distribuição geográfica no nível mundial, todas as espécies que compõem a família são altamente associadas a ambientes de riachos (ALMEIDA-GOMES et al., 2014; LAIA e ROCHA, 2012). O gênero *Hylodes* é constituído por 25 espécies atualmente conhecidas (FROST, 2015), onde todos possuem a localidade-tipo entre o sul do Espírito Santo e o norte do Rio Grande do Sul (Figura 4).

Figura 4 – Localidades-tipo das espécies da família Hylodidae, dentro do Bioma Mata Atlântica.



Legenda: Círculos pretos = Localidades-tipo das espécies da família Hylodidae; Mancha cinza = Distribuição do Bioma Mata Atlântica.

Fonte: Retirado de Laia e Rocha (2012).

O hilodídeo *Hylodes fredii* Canedo e Pombal-Jr. 2007 (Figura 5) é uma espécie de anuro que é (até o momento) endêmica da Ilha Grande, litoral sudoeste fluminense. O reconhecimento da presença de *H. fredii* no ambiente é consideravelmente facilitado por dois aspectos: i) é uma espécie de anuro diurna que durante sua atividade anual (setembro a maio) os machos cantam ativamente durante todo o período de atividade diária e o canto é emitido em alto volume de forma que a presença de indivíduos é facilmente detectada a cerca de 50 metros de distância na floresta (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002); ii) é uma espécie que tanto os adultos quanto as larvas (girinos) vivem restritos às calhas de córregos e riachos pedregosos com água cristalina (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002), estando de forma geral ausente nas demais porções da floresta (sem sistema hídrico), de forma similar ao que ocorre com as outras espécies do gênero (ALMEIDA-GOMES et al., 2014). Embora haja uma importante contribuição acerca da ecologia de *H. fredii* na Ilha Grande (i.e ALMEIDA-

GOMES et al., 2007; HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002; HATANO, 2004; HATANO et al., 2007), ainda faltam dados sobre a real distribuição da espécie na Ilha bem como das estimativas de sua ocorrência em diferentes localidades e ambientes, uma vez que as informações sobre sua ocorrência se restringem a poucas porções entre a Vila do Abraão e a Vila dos Dois Rios (i.e. ALMEIDA-GOMES et al., 2007; CANEDO e POMBAL-JR., 2007; HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002; HATANO, 2004; HATANO et al., 2007; LAIA et al., 2010). O conhecimento sobre a distribuição de *H. fredii* permitirá melhor definir o grau de espalhamento/restrrição da espécie na já reduzida escala insular, de forma a melhor conhecer aspectos de sua ecologia e seu risco ou probabilidade de extinção, favorecendo tomadas de decisão sobre estratégias e ações para sua proteção.

Figura 5 – Indivíduo de *Hylodes fredii* em atividade de canto sobre pedra no riacho na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.



Fonte: Foto de Tatiana Motta-Tavares, 3 de fevereiro de 2015.

Este capítulo tem por objetivo geral estudar qual a escala do endemismo de *Hylodes fredii* no espaço geográfico e altitudinal da Ilha Grande. Procuramos especificamente responder às seguintes perguntas: 1) Qual a distribuição de *Hylodes fredii* ao longo das florestas da Ilha Grande? 2) Em que extensão a espécie difere na sua ocorrência nas duas principais vertentes (Continental e Oceânica) da Ilha Grande? 3) Qual a frequência de ocupação do anuro entre os riachos encontrados que cortam as trilhas existentes na Ilha? 4) Qual a densidade da espécie nos riachos ocupados? 5) Como a espécie se distribui ao longo das faixas altitudinais?

2.2 Materiais e Métodos

O estudo foi realizado na área de endemismo da espécie, a Ilha Grande, município de Angra dos Reis, litoral do estado do Rio de Janeiro. Para obter a estimativa da distribuição e frequência de ocorrência de *H. fredii* no espaço geográfico da Ilha Grande (espacial e altitudinal), utilizamos como referência para realizar transecções as trilhas existentes na Ilha além das grades e parcelas do RAPELD Leste e Oeste, registrando os pontos de ocorrência da espécie e de riachos que cortam as trilhas percorridas. Utilizamos os métodos de busca ativa visual e auditiva (registro da atividade de canto da espécie) para o registro da presença dos indivíduos. As transecções ao longo das trilhas foram realizadas apenas durante os meses em que a espécie é conhecida de estar ativa (entre os meses de setembro a abril) (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002). As trilhas foram percorridas durante o período de maior atividade da espécie, entre 7:00 e 17:00 horas (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002). Foram registradas as coordenadas geográficas de todos os indivíduos detectados e de todos os riachos encontrados ao longo das trilhas. As distâncias percorridas nas trilhas foram expressas em quilômetros percorridos. Para avaliar diferença na ocorrência da espécie nas vertentes continental e oceânica, utilizamos a divisão geográfica baseada no mapa geomorfológico do estudo de Gama e colaboradores (2009). Padronizamos como limite as vertentes da cadeia montanhosa que cruza a ilha no sentido Leste-Oeste. A vertente continental compreende a face Norte da Ilha Grande, enquanto a vertente oceânica se resume à face sul da ilha. Os mapas com a distribuição dos registros de ocorrência foram gerados a partir do programa QGIS.

Para estimar a densidade de *H. fredii* dentro de riachos em que a espécie ocorria, realizamos buscas ativas com contagens de indivíduos ao longo de uma extensão de 100 metros da calha de cada riacho amostrado. As buscas ativas foram sempre realizadas dentro do período de atividade da espécie. A densidade de *H. fredii* foi expressa como o número de indivíduos por metro de extensão de calha do riacho/córrego. Esta forma de expressar a densidade tem sido utilizada para expressar aquela de vertebrados não aquáticos com vida associada a calhas de riachos/córregos (e.g. ROCHA, 1991). As buscas ativas, em todos os casos, foram realizadas em uma única vez em um único sentido, à montante do riacho – para evitar recontagem de indivíduos e assim, preservar a independência das observações.

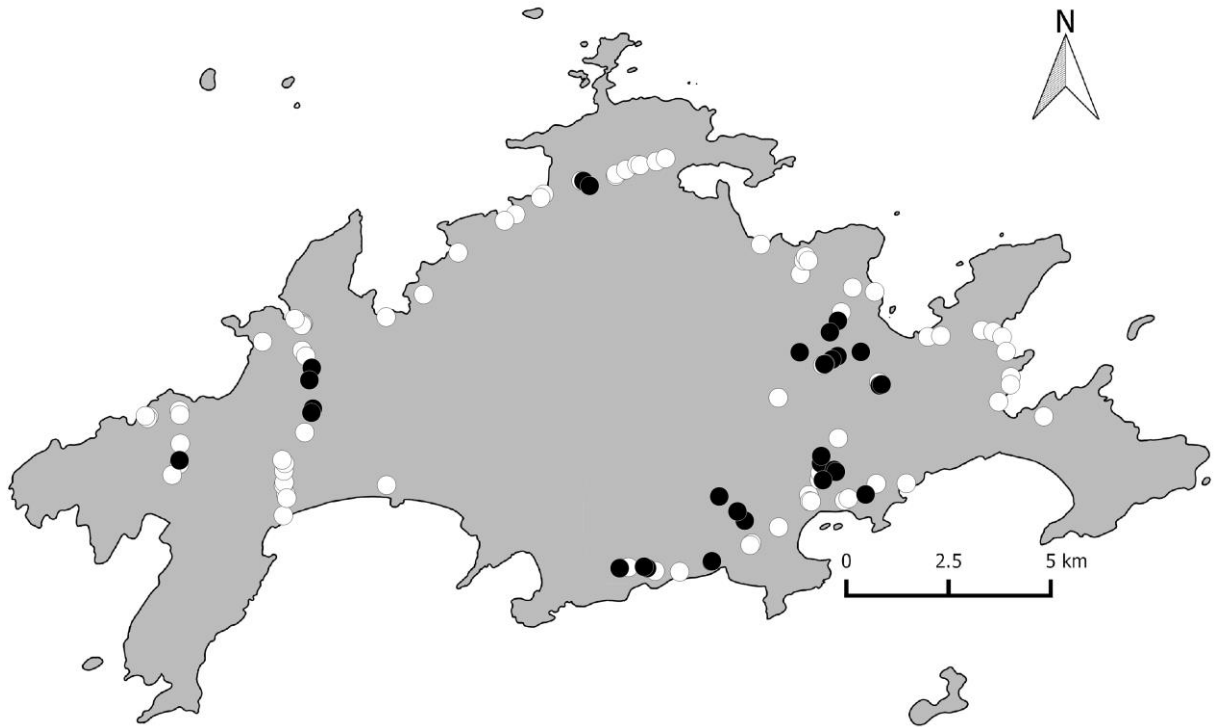
Avaliamos a distribuição altitudinal de *H. fredii* a partir do registro da altitude dos pontos de presença da espécie (em metros, uso de GPS Garmin, modelo GPSTMap 78s),

determinando qual a altitude mínima, máxima e mediana em a espécie ocorre. Para avaliar se a distribuição altitudinal de *H. fredei* pode estar relacionada com a disponibilidade dos riachos, também registramos a altitude dos riachos encontrados nas trilhas, com valores de altitude mínima, máxima e mediana. Em seguida, aplicamos o teste do Qui-quadrado, para avaliar se a quantidade de registros de *H. fredei* corresponde a disponibilidade de riachos nas faixas altitudinais consideradas, com intervalos de 50 m cada. Utilizamos o programa SYSTAT 11.0 para realizar o teste do Qui-quadrado, além de gerar todos os gráficos do presente capítulo.

2.3 Resultados

Ao longo das buscas nos rios e córregos na floresta, foram percorridas 25 diferentes trilhas nas áreas de floresta da ilha, interconectando localidades, totalizando 82,1 quilômetros percorridos com busca ativa de indivíduos de *Hylodes fredei* nos córregos ocorrentes ao longo dessas trilhas (para mais detalhes das transecções e registros, ver Apêndices A e B). Registramos a presença de *H. fredei* em 35 dos 112 riachos amostrados (31,5%) (Figura 6; mais detalhes no Apêndice B). Os indivíduos de *H. fredei* foram encontrados no bordo ou no interior de córregos pontos próximos à trilha, sob pedras ou em conjunto de blocos de rocha; ou em galerias subterrâneas em que a água não corria superficialmente. No caso de galerias subterrâneas, a presença dos indivíduos foi detectada a partir do canto emitido. Não encontramos indivíduos em riachos amostrados no interior das vilas, assoreados ou cuja água foi represada / encanada. Foram registrados 118 indivíduos de *H. fredei*, onde aproximadamente metade (54,2%) em atividade de canto próximo à trilha. Os indivíduos foram registrados em 75 pontos de ocorrência, correspondendo a 0,9 pontos com registro de ocorrência por quilômetro de trilha percorrido (Figura 7; Tabela 1). Desses 75 pontos de ocorrência, 35 foram visualizados em riachos que cruzam as trilhas e 40 de indivíduos em atividade de canto sob pedras ou em galerias subterrâneas em que a água não corria superficialmente (Figura 7).

Figura 6 – Riachos encontrados na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, percorridos entre outubro de 2014 e outubro de 2015 para localização de *Hylodes fredei*.



Legenda: Círculos pretos = riachos com registros de *Hylodes fredei* (N = 35); Círculos brancos = Riachos sem registro de *Hylodes fredei* (N = 77).

Fonte: Figura elaborada por Tatiana Motta-Tavares, 2015.

Figura 7 – Pontos com registro de *Hylodes fredei* na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, entre outubro de 2014 e outubro 2015.



Legenda: Círculos pretos = riachos com presença de *Hylodes fredei* (N = 35 pontos registrados); Triângulos cinzas = *Hylodes fredei* em atividade de canto próximo à trilha percorrida. (N = 40 pontos de registro).
 Fonte: Figura elaborada por Tatiana Motta-Tavares, 2015.

Na vertente continental foi percorrido um total de 55,6 km de trilhas, enquanto na vertente oceânica o total foi de 26,5 km de trilha. Foi registrada a presença de *H. fredei* em ambas as vertentes da ilha (continental e oceânica). Registramos maior ocorrência de *H. fredei* na vertente oceânica (1,7 pontos com registro de indivíduos / Km; Tabela 1) quando comparada com a vertente continental (0,5 registros / Km). Registramos a maior frequência de ocupação dos sistemas hídricos na vertente oceânica, onde foi registrado a presença do anuro em 42,6% dos riachos. A presença de *H. fredei* foi confirmada em 23,1% dos riachos da vertente continental (Tabela 1).

A vertente continental apresentou comparativamente um menor número de registros de pontos na floresta com ocorrência de indivíduos de *H. fredei* (29 pontos no total, 0,5 pontos com registro de indivíduos/km de trilha), mas foi a vertente com o maior número de riachos com água corrente encontrados ao longo das trilhas percorridas (65 riachos no total, 1,2 riacho/Km de trilha). Foi também a vertente com a uma menor frequência de ocupação do anuro nos riachos ocorrentes (presente em apenas 23,1 % dos riachos encontrados) (Tabela 1).

Tabela 1 – Distância percorrida, número de registro de indivíduos de *Hylodes fredei* e número de riachos registrados ao longo das trilhas, e frequência de ocorrência de *Hylodes fredei* ao longo dos riachos da Ilha Grande percorridos entre outubro de 2014 a outubro de 2015.

Vertente	Distância percorrida (km)	Número de registros de <i>Hylodes fredei</i>	Número de riachos	Registros de <i>Hylodes fredei</i> / Km	Riachos / Km de trilha	Frequência de ocorrência (%)
Continental	55,6	29	65	0,5	1,2	23,1
Oceânica	26,5	46	47	1,7	1,8	42,6
Total	82,1	75	112	0,9	1,4	31,5

Hylodes fredei ocorreu em 13 dos 33 riachos transectados (39,4%), aonde encontramos 55 indivíduos. Em seis dos 33 riachos amostrados (18,2%), devido ao relevo acidentado (blocos de pedra / precipícios) e vegetação fechada (cipós e lianas / árvores caídas), não foi possível a realização da busca ativa no total dos 100 metros de extensão previstos inicialmente. A densidade estimada do anuro nos 13 riachos em que ocorreu variou de um mínimo de 0,01 ind/m de extensão de calha do córrego até um máximo de 0,29 ind/m de calha (Tabela 2). Considerando todos os trechos de córregos amostrados com registro de *H. fredei*, a densidade média estimada é de 0,05 indivíduos por metro de calha (ou cerca de um indivíduo de *H. fredei* a cada 20 metros de extensão de riacho) nos córregos da Ilha Grande em que a espécie foi registrada.

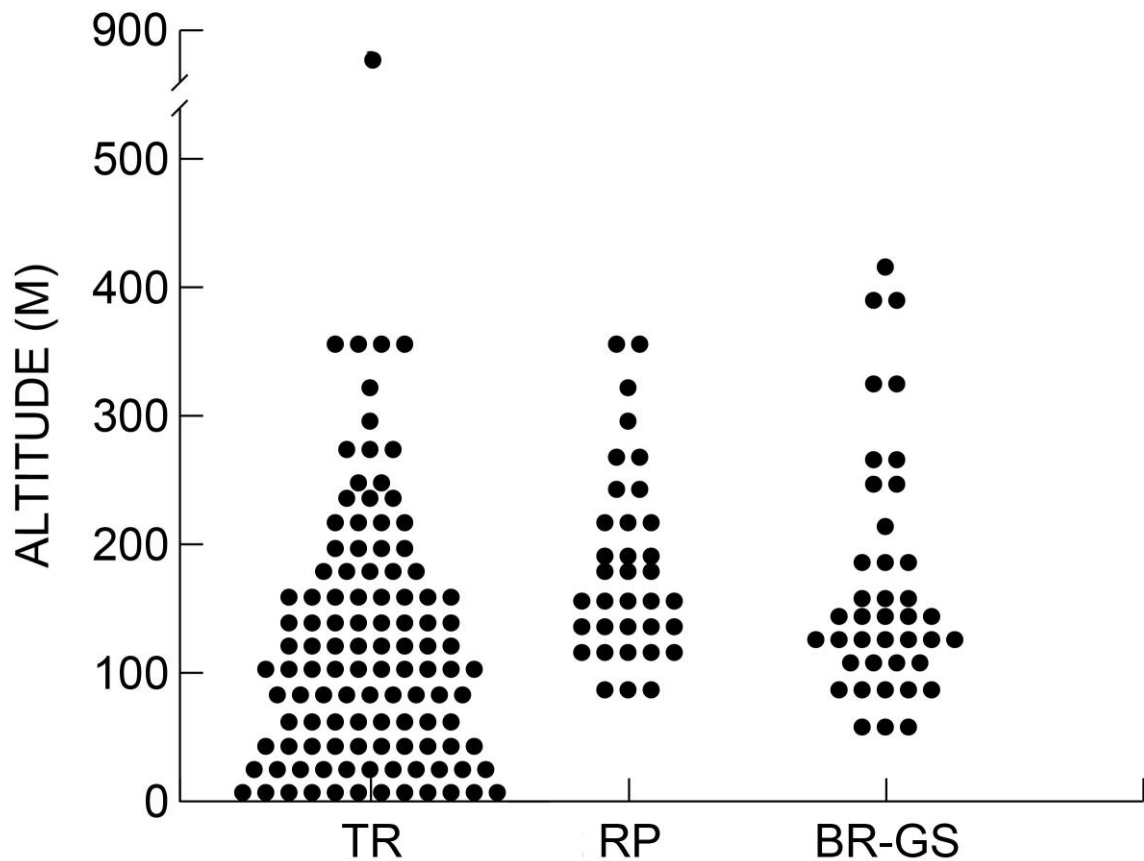
Tabela 2 – Vertente, trilha, coordenada geográfica (UTM, Datum WGS84) e densidade dos indivíduos (indivíduo / metro de calha do riacho) de *Hylodes fredei* nos riachos em que foram realizadas as buscas ativa e detectada a presença da espécie.

Vertente	Trilha	Coordenada do riacho	Densidade
Continental	Araçatiba a Provetá	23 K 567809 7437624	0,03
Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 578536 7444476	0,06
Continental	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 571062 7439850	0,01
Continental	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 571001 7439553	0,06
Continental	RAPELD Trilha 11	23 K 583767 7440650	0,01
Continental	RAPELD Trilha 12	23 K 583024 7440168	0,04
Continental	Trilha do Papagaio	23 K 583815 7439982	0,04
Continental	Trilha do Papagaio	23 K 583630 7439874	0,05
Oceânica	RAPELD Trilha 04	23 K 583853 7437307	0,02
Oceânica	Caxadaço	23 K 584439 7436659	0,29
Oceânica	Jararaca	23K 581032 7436679	0,07
Oceânica	Parnaioca	23 K 580844 7435110	0,06
Oceânica	Parnaioca	23 K 578582 7434953	0,01

Foram realizados registros de *H. fredei* em riachos em altitudes entre 80 a 352 metros acima do nível do mar, com uma mediana de 165 m (Figura 8). Considerando conjuntamente todos os pontos de altitude dos riachos em que foi registrada a ocorrência de *H. fredei*, em 68,6% dos casos os indivíduos da espécie estavam em cotas atitudinais inferiores a 200 metros. Ao incluirmos conjuntamente os registros de indivíduos em atividade de canto mas que estavam em conjuntos de rochas próximos das trilhas, *H. fredei* foi registrado em altitudes entre 57 e 415 metros de altitude, com uma mediana de 151 m (Figura 8, o Apêndice C fornece as coordenadas geográficas e a altitude de todos os pontos em que foi detectada a

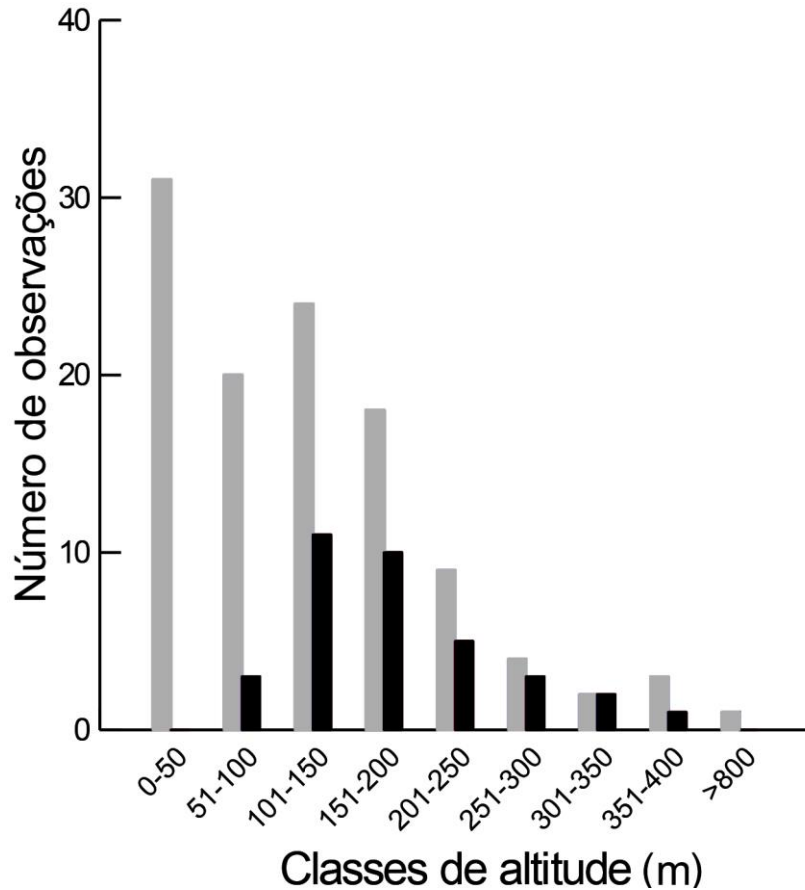
atividade de canto da espécie em pontos próximos das trilhas). Em 72,0% dos registros de *H. fredii* neste caso estavam abaixo de 200m de altitude. Entretanto, *H. fredii* ocupou a maioria (66,7%) dos riachos encontrados na faixa altitudinal de 200 a 350 metros (Figura 9), apresentando uma proporção de uso dos riachos significativamente distinta da disponibilidade dos riachos entre as cotas de altitude (Teste Qui-quadrado, $X^2 = 34,8$; g.l. = 8; $p < 0,001$; Figuras 8 e 9).

Figura 8 – Altitudes em pontos de riachos encontrados ao longo das trilhas percorridas e altitudes nos pontos em que indivíduos de *Hylodes fredii* foram registrados ao longo do percurso realizado nas trilhas percorridas nas florestas da Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.



Legenda: TR = Todos os riachos encontrados cortando as trilhas percorridas (N = 112); RP = Riachos com ocorrência de *H. fredii* (N = 35); e BR-GS = *H. fredii* em atividade de canto (N = 40).

Figura 9 – Total de riachos e total de riachos com *Hylodes fredii* encontrados nas diferentes cotas altitudinais ao longo do percurso realizado nas trilhas percorridas nas florestas da Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.



Legenda: Barras cinzas = Todos os riachos encontrados cortando as trilhas percorridas (N = 112); Barras cinzas = Riachos com ocorrência de *H. fredii* (N = 35).

2.4 Discussão

Hylodes fredii foi detectado em ambas as vertentes da ilha, porém com diferentes frequências de registros e de ocupação dos riachos. Dois fatores podem influenciar este padrão de distribuição: 1) a maior pluviosidade da vertente oceânica que pode favorecer a ocupação de mais riachos pela espécie (e.g. VASCONCELLOS e COLLI, 2009); e/ou 2) a maior presença de ocupação humana na vertente continental resultando em maior degradação de riachos potencialmente ocupáveis uma vez que a espécie só ocupa riachos de água límpida, sem proximidade e nem impacto antrópico (e.g. SOUZA e ETEROVICK, 2011).

É provável que o regime de chuvas seja um fator determinante na dinâmica populacional de *H. fredii*. A vertente oceânica possui a massa de ar mais úmida, por

consequência da evapotranspiração intensa do oceano. O regime de ventos local empurra a massa de ar úmida contra a face sul da montanha, forçando esse ar úmido a subir, diminuindo a temperatura e resultando em precipitação. Como consequência, a face da montanha voltada para o oceano possui uma pluviosidade maior, em comparação com a face voltada para o continente (FORTES e PEREIRA, 2009; OLIVEIRA e HACK, 2004; PELLEGATTI, 2008). O regime de chuvas pode afetar a dinâmica populacional, o comportamento de forrageamento e reprodutivo de anuros (ex. BORN et al., 2010; TOFT, 1980; VAN SLUYS, RICO e ROCHA, 2006; VASCONCELLOS e COLLI, 2009; VASCONCELOS et al., 2011). A pluviosidade não afeta a atividade de canto, mas afeta a densidade dos indivíduos de *H. fredei* nos riachos (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002; HATANO, 2004).

O impacto antrópico também pode ter importante influência na distribuição da espécie na ilha. Não foram registrados indivíduos de *H. fredei* em riachos com algum nível de impacto antrópico, como lixo e tubulações de água. A vertente continental da Ilha Grande registra comparativamente maior impacto antrópico, com uma maior presença de vegetação modificada devido à ocupação humana, em comparação com a vertente oceânica (OLIVEIRA, 2002). A alteração do habitat é uma das principais causas para a redução da população de anfíbios no mundo (ALFORD e RICHARDS, 1999; CUSHMAN, 2006). A atividade humana (ex. desflorestamento, poluição) em rios e riachos impacta negativamente comunidades e populações de anuros associados (BECKER et al., 2010; SOUZA e ETEROVICK, 2011). Almeida-Gomes e colaboradores (2014) chamam a atenção de que as espécies fortemente associadas aos corpos de água devem ter seu estado de conservação reavaliados, por possuírem uma real distribuição restrita a estes.

No presente estudo, *H. fredei* apresentou uma densidade média que variou de 0,01 ind/m até 0,29 ind/m, com uma média de 0,05 ind/m (um indivíduo a cada 20 metros de calha do riacho). Hatano (2004) realizou buscas ativas em riachos da Ilha Grande ao longo de um ano, e constatou que a densidade de *H. fredei* variava de 0,05 ind/m na estação chuvosa até menos de 0,01 ind/m na estação seca. No estudo de Ruggeri e colaboradores (2015), os pesquisadores encontravam uma média de 14,0 *H. asper* e 1,5 *H. phyllodes* adultos em transectos de 100 a 120 metros, com variações populacionais associadas a sazonalidade. Isso indica que outras espécies do gênero *Hylodes* podem ter densidade médias que podem variar de 0,01 a 0,14 ind/m. O presente estudo registrou valores adicionais de densidade máxima de indivíduos de *H. fredei* em relação ao estudo de Hatano (2004), e demonstrou que a densidade média da espécie nos riachos se assemelhou a de outras espécies da Família Hylodidae.

Hylodes fredei possui uma distribuição altitudinal com maior frequência na faixa de altitudes entre 100 e 200m, porém ocorrendo de forma proporcional a disponibilidade de riachos entre 200 e 350 m. Hatano (2004) amostrou indivíduos de *H. fredei* entre as altitudes de 30 a 400 metros de altitude, e a espécie também se concentrou em uma faixa altitudinal específica. É relativamente mais típico o padrão de distribuição altitudinal com um pico de abundância de espécies em altitudes intermediárias (ca. 50% dos casos), em comparação com o padrão de diminuição linear nas abundâncias ao longo das faixas de altitude (ca. 25%) (RAHBK, 2005). Na Mata Atlântica da Ilha Grande já foi mostrado que a altitude é significativamente responsável pela composição da comunidade e na abundância de anuros de folhíço, com espécies ocupando faixas altitudinais específicas em decorrência da disponibilidade de recursos (GOYANNES-ARAÚJO et al., 2015), o que foi a tendência também encontrada em estudos em outras áreas da Mata Atlântica (e.g. GIARETTA et al., 1999; SIQUEIRA et al., 2014). No caso de uma espécie tipicamente associada a riachos, a distribuição altitudinal pode estar relacionada a uma maior disponibilidade do ambiente hídrico na faixa altitudinal entre 100 e 200 metros, mas com maior ocupação em riachos entre 200 e 350 metros.

Concluimos que *Hylodes fredei* se distribui de forma extensa por diferentes porções da Ilha Grande, sendo efetivamente detectado em três de cada 10 riachos da Ilha Grande. A espécie possui padrões de distribuição diferentes entre as vertentes, com uma maior frequência de ocorrência em riachos da vertente oceânica. Dentro dos riachos em que habita, encontramos em média um *H. fredei* a cada 20 metros de extensão da calha, densidade semelhante à de outras espécies da família. Embora tenham sido registrados córregos em altitudes desde próximo ao o nível do mar até cerca de 900 m de altitude, *H. fredei* apenas foi registrado em altitudes entre cerca de 60 a 420 metros de altitude com maior ocupação dos riachos entre 200 a 350m de altitude.

2.5 Referência bibliográfica

- ALFORD, R.A. e RICHARDS, S.J. Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual review of Ecology and Systematics*: 133-165. 1999.
- ALMEIDA-GOMES, M.; HATANO, F.H.; VAN SLUYS, M. e ROCHA, C.F.D. Diet and microhabitat use by two Hylodinae species (Anura, Cycloramphidae) living in sympatry and syntopy in a Brazilian Atlantic Rainforest area. *Iheringia Série Zoologia* 97 (1): 27-30. 2007.
- ALMEIDA-GOMES, M.; LORINI, M. L.; ROCHA, C.F.D. e VIEIRA, M.V. Underestimation of extinction threat to stream-dwelling amphibians due to lack of consideration of narrow area of occupancy. *Conservation Biology* 28 (2): 616-619. 2014
- ANDERSON, S. Area and endemism. *Quarterly Review of Biology* 69 (4): 451-471. 1994.
- BECKER, C.G.; FONSECA, C.R.; HADDAD, C.F. e PRADO, P.I. Habitat split as a cause of local population declines of amphibians with aquatic larvae. *Conservation Biology* 24 (1): 287-294. 2010
- BITTENCOURT-SILVA, G.B. e SILVA, H.R. Insular anurans (Amphibia: Anura) of the coast of Rio de Janeiro, Southeast, Brazil. *Check List* 9 (2): 225-234. 2013.
- BORN, M.; BONGERS, F.; POELMAN, E.H. e STERCK, F. J. Dry-season retreat and dietary shift of the dart-poison frog *Dendrobates tinctorius* (Anura: Dendrobatidae). *Phyllomedusa* 9 (1): 37-52. 2010.
- CANEDO, C. e POMBAL-JR., J.P. Two new species of torrente frog of the genus *Hylodes* (Anura, Hylodidae) with nuptial thumb tubercles. *Herpetologica* 63: 224-235. 2007.
- CARNAVAL, A.C. e MORITZ, C. Historical climate modeling predicts patterns of current biodiversity in the Brazilian Atlantic forest. *Journal of Biogeography* 35: 1187-1201. 2008.
- CRUZ, C.A.G. e FEIO, R.N. Endemismos em anfíbios em áreas de altitude na Mata Atlântica no sudeste do Brasil. p. 117-126. In *Herpetologia no Brasil II*. NASCIMENTO, L.B. e OLIVEIRA, M.E. Sociedade Brasileira de Herpetologia, Belo Horizonte. 2007.
- CUSHMAN, S.A. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological conservation* 128 (2): 231-240. 2006.
- FORTES, J.D.N e PEREIRA, C.Q. Hidrografia e hidrologia p. 65-72 In: M., BASTOS e C.H. CALLADO. *O Ambiente da Ilha Grande*. Rio de Janeiro, UERJ/CEADS. 2009.
- FROST, D.R. *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 5.5 (15 Agosto, 2015). <<http://research.amnh.org/vz/>> American Museum of Natural History, New York, USA. 2015. Acessado em 15 de Agosto de 2015.

GAMA, S.V.G.; EIRADO SILVA, L.G.A. e SALGADO, C.M. Geologia, relevos e solos; p. 21-64 In: M., BASTOS e C.H. CALLADO. O Ambiente da Ilha Grande. Rio de Janeiro, UERJ/CEADS. 2009

GIARETTA, A.A.; FACURE, K.G.; SAWAYA, R.J.; MEYER, J.D.M. e CHEMIN, N. Diversity and abundance of litter frogs in a montane forest of southeastern Brazil: seasonal and altitudinal changes. *Biotropica* 31 (4): 669-674. 1999.

GOYANNES-ARAÚJO, P.; SIQUEIRA, C.C.; LAIA, R.C.; ALMEIDA-SANTOS, M.; GUEDES, D.M. e ROCHA, C.F.D. Anuran species distribution along an elevational gradient and seasonal comparisons of leaf litter frogs in an Atlantic Rainforest area of southeastern Brazil. *The Herpetological Journal* 25 (2), 75-81. 2015.

HADDAD, C.F.B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C.P.A.; LOEBMANN, D.; GASPARINI, J. L. e SAZIMA, I. Guia dos Anfíbios da Mata Atlântica: Diversidade e Biologia. Editora Anolis Books, São Paulo, São Paulo, 543p. 2013.

HATANO, F. H.; ROCHA, C.F.D. e VAN SLUYS, M. Environmental Factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology* 36 (2): 314-318. 2002.

HATANO, F.H. Ecologia de *Hylodes phyllodes* (Anura: Leptodactylidae), em uma área de Mata Atlântica da Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ: Dinâmica, dieta e parasitismo. Tese de Doutorado, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 173p. 2004.

HATANO, F. H.; GETTINGER, D.; VAN SLUYS, M. e ROCHA, C.F.D. Parasitism of *Hylodes phyllodes* (Anura: Cycloramphidae) by *Hannemania* sp. (Acari: Trombiculidae) in an area of Atlantic forest, Ilha Grande, Southeastern Brazil. *Parasite* 14: 107-112. 2007.

LAIA, R.C.; FATORELLI, P.; HATANO, F. H. e ROCHA, C.F.D. Tadpole of *Hylodes fredei* (Anura: Hylodidae), a frog endemic to an Atlantic Forest island (Ilha Grande, Rio de Janeiro State), Brazil. *Zootaxa* 2640: 62-64. 2010.

LAIA, R.C. e ROCHA, C. F. D. Adults and tadpoles of species of Hylodidae (Anura): history and taxonomy perspectives. *Zoologia (Curitiba)* 29: 89-94. 2012.

MALCOLM, J. R.; LIU, C.; NEILSON, R.P.; HANSEN, L. e HANNAH, L.E.E. Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation biology* 20 (2): 538-548. 2006.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. e KENT, J. Biodiversity hotspot for conservation priorities. *Nature* 403:845-853. 2000.

OLIVEIRA, R.R. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. *Rodriguésia* 53: 33-58. 2002.

OLIVEIRA, R.R. e HACK, L.P. Influência do relevo na distribuição da pluviosidade na Ilha Grande, RJ. *Eugeniana* 27: 29-37. 2004.

PELLEGATTI, C.H.G. Análise de Eventos Sazonais de Precipitação no Eixo Anchieta-Imigrantes da Serra Do Mar-SP. I Simpósio de Pós-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo–SIMP GEO-SP. 2008.

PETERSON, A.T. e WATSON, D.M. Problems with areal definitions of endemism: the effects of spatial scaling. *Diversity and Distributions* 4 (4): 189-194. 1998.

PRIMACK, R.B. e RODRIGUES, E. *Biologia da conservação*. Londrina, Paraná. Editora Rodrigues. 2001.

RAHBEK, C. The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns. *Ecology Letters* 8: 224–239. 2005.

REID W. V. e MILLER K. R. *Keeping Options Alive: The scientific basis for conserving biodiversity*. World Resources institute, Washintong D.C., E.U.A. 1989.

ROCHA, C. F. D. Habitat utilization and feeding habitats of *Neusticurus epleopus* in a brazilian tropical rainforest. *Herpetological Review* 22 (2): 40-42. 1991.

RUGGERI, J.; LONGO, A.V.; GAIARSA, M.P.; ALENCAR, L.R.V.; LAMBERTINI, C.; LEITE, D.S.; CARVALHO-E-SILVA, S.P.; ZAMUDIO, K.R.; TOLEDO, L.F. e MARTINS, M. Seasonal variation in population abundance and chytrid infection in stream-dwelling frogs of the Brazilian Atlantic Forest. *Plos one* 10 (7): 1-12. 2015.

SIQUEIRA, C.C.; VRCIBRADIC, D.; NOGUEIRA-COSTA, P.; MARTINS, A.R.; DANTAS, L.; GOMES, V.L.R.; BERGALLO, H.G. e ROCHA, C.F.D. Environmental parameters affecting the structure of leaf-litter frog (Amphibia: Anura) communities in tropical forests: a case study from an Atlantic Rainforest area in southeastern Brazil. *Zoologia (Curitiba)* 31(2): 147-152. 2014.

SOUZA, A.M. e ETEROVICK, P.C. Environmental factors related to anuran assemblage composition, richness and distribution at four large rivers under varied impact levels in Southeastern Brazil. *River research and applications* 27 (8): 1023-1036. 2011.

TOFT, C.A. Seasonal variation in populations of Panamanian litter frogs and their prey: a comparison of wetter and drier sites. *Oecologia* 47 (1): 34-38. 1980.

TOLEDO, L.F.; BRITTO, F.B.; ARAÚJO, O.G.S.; GIASSON, L.M.O. e HADDAD, C.F.B. The occurrence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Brazil and the inclusion of 17 new cases of infection. *South American Journal of Herpetology* 1(3): 185-191. 2006.

VAN SLUYS, M; RICO, M. e ROCHA, C.F.D. Seasonal and hourly patterns of reproductive activity in *Scinax trapicheiroi* (Anura, Hylidae), Rio de Janeiro State, South-eastern Brazil. *The Herpetological Journal* 16(1): 15-20. 2006.

VASCONCELLOS, M. M. e COLLI, G. R. Factors affecting the population dynamics of two toads (Anura: Bufonidae) in a seasonal neotropical savanna. *Copeia* 2009 (2): 266-276. 2009.

VASCONCELOS, T.D.S.; DOS SANTOS, T.G.; ROSSA-FERES; D.D.C. e HADDAD, C. F. B. Spatial and temporal distribution of tadpole assemblages (Amphibia, Anura) in a seasonal dry tropical forest of southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 673 (1): 93-104. 2011.

3 ABUNDÂNCIA E USO DO HABITAT PELO ANURO ENDÊMICO *HYLODES FREDI* CANEDO E POMBAL-JR. 2007 NOS RIACHOS DA ILHA GRANDE, RIO DE JANEIRO.

Resumo

Uma questão importante na ecologia é a compreensão de quais e como as condições ambientais atuam para que uma espécie esteja presente no local. Os anfíbios anuros são especialmente suscetíveis as variáveis abióticas ambientais, considerando o grau de permeabilidade da pele. *Hylodes fredei* é um anuro endêmico da Ilha Grande, localizada ao sudeste do estado do Rio de Janeiro, encontrado exclusivamente dentro dos riachos da ilha. Este estudo teve por objetivo principal entender quais os fatores abióticos podem afetar a ocupação e abundância de *H. fredei* nos riachos da Ilha Grande. Adicionalmente, avaliamos como a espécie utiliza o ambiente do riacho em termos de uso dos habitats disponíveis. Avaliamos como os fatores abióticos influenciam na ocupação e abundância de *H. fredei* nos riachos amostrados através da modelagem de ocupação seguido de seleção de modelos, utilizando o Critério de Informação de Akaike. O uso do habitat pela espécie foi determinado pela proporção de indivíduos encontrados em cada habitat disponível, onde a preferência de uso da espécie foi testada pelo teste do qui quadrado. A seleção de modelos apontou um conjunto de seis variáveis como sendo as principais responsáveis pela distribuição e abundância de *H. fredei* pelos riachos da Ilha Grande. Condutividade elétrica, intensidade de luz e umidade podem influenciar na atividade reprodutiva de *H. fredei*, afetando a escolha dos poleiros de canto e dos locais de desova. A composição estrutural do ambiente afeta a escolha dos locais pelos indivíduos adultos, onde riachos com maior disponibilidade de vegetação e galhos/troncos oferecem sítios de repouso para a espécie, enquanto riachos mais arenosos afetam negativamente a abundância da espécie pela falta de abrigos contra predadores. *Hylodes fredei* utiliza predominantemente o habitat pedra, apesar da alta disponibilidade dos demais habitats avaliados. A preferência pelo habitat pedra dentro dos riachos provavelmente decorre da facilidade em emitir a atividade de canto da espécie, além de oferecer proteção contra potenciais predadores pela proximidade da água para fuga mergulhando, através da disponibilidade de abrigos e pela coloração do corpo similar à superfície das pedras.

3.1 Introdução

Uma questão importante nos estudos ecológicos é a compreensão de quais e como as condições ambientais atuam para a ocorrência das espécies no nível local (LOMOLINO et al., 2010). Entender a distribuição das condições às quais os indivíduos de uma espécie foram adaptados também reflete a distribuição e o tamanho das populações dessa espécie (BROWN, 1984; LOMOLINO et al., 2010). Em relação ao uso do habitat, o grupo dos anfíbios anuros, de forma geral, podem ser classificados em quatro grupos com adaptações específicas: os de folhíço do chão da mata, os de dossel, os de bromélias e os de riachos (KELLER et al., 2009; PEIXOTO, 1995). No entanto, a sua distribuição no espaço físico pode ser restrita, uma vez que o considerável grau de permeabilidade da pele dos anfíbios, em conjunto com uma respiração em grande parte cutânea, resulta em grande susceptibilidade à qualidade do ar, às mudanças climáticas ou microclimáticas (e.g. temperatura, umidade) ou à ação de patógenos tais como fungos (e.g. *Batrachochytrium dendrobatidis*; TOLEDO et al., 2006).

Muitas espécies de anuros estão relacionadas a riachos, em especial por utilizarem estes ambientes como sítios reprodutivos (DUELLMAN e TRUEB, 1994; HADDAD e PRADO, 2005). A heterogeneidade dos tipos de margens (e.g. rochosos, com vegetação), o volume de água do riacho e a cobertura vegetal influenciam a riqueza, a composição e a distribuição dos anuros (ETEROVICK, 2003; KELLER et al., 2009; OLIVEIRA e ETEROVICK, 2009; SOUZA e ETEROVICK, 2011; WERNER e GLENNEMEIER, 1999). Adicionalmente, assim como a largura do riacho e as características bioquímicas da água também afetam a riqueza, a ocorrência e a densidade das espécies componentes das guildas de girinos (ETEROVICK, 2003). Um meio eficaz de se estudar os requisitos ambientais para a presença de uma espécie em sítios específicos é a utilização da técnica de ocupação de sítios. A técnica de ocupação de sítios não se restringe apenas à “presença/ausência” no local, mas sim a proporção de unidades amostrais ocupadas por determinada espécie na região de estudo (MACKENZIE et al., 2002; MACKENZIE et al., 2006). A taxa de ocupação (ou probabilidade de ocupação, ou apenas ocupação, comumente referida pelo símbolo “ Ψ ”) é um valor que varia de 0 a 1, expressando a probabilidade de que dada espécie ocupe o sítio em questão. Uma análise de modelagem de ocupação sugere valores de ocupação para cada sítio analisado, através dos dados ambientais sugeridos na modelagem e dados de presença e ausência prévios nesses locais. Entretanto, para uma análise de modelagem de ocupação adequada, é necessário levar em consideração a capacidade de detecção da espécie

(MACKENZIE et al., 2002), também referido como detectabilidade. A detectabilidade varia de acordo com a natureza do organismo (e.g. capacidade de deslocamento, densidade, período de atividade), a técnica de detecção utilizada (e.g. pitfall, armadilha-fotográfica, busca ativa) e a época do ano (e.g. diferentes valores de abundância entre estações do ano) (MACKENZIE et al., 2006). Uma amostragem na qual o organismo teve uma baixa probabilidade de detecção abre chance para falsos negativos, em que a espécie estaria presente, porém não detectada (MACKENZIE et al., 2002; MACKENZIE et al., 2006). São poucos os animais conspícuos e facilmente detectados em condições naturais (MACKENZIE et al., 2002).

Hylodes fredei Canedo e Pombal-Jr. 2007 (Família Hylodidae, Figura 10) é um anuro endêmico da Ilha Grande, localizada ao sudeste do estado do Rio de Janeiro. Estudos sobre esta espécie datam desde 2002, relatando aspectos da ecologia e a descrição do adulto e girino (ALMEIDA-GOMES et al., 2007; CANEDO e POMBAL-JR., 2007; HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002; HATANO, 2004; HATANO et al., 2007; LAIA et al., 2010). *Hylodes fredei* é facilmente detectado no ambiente em que habita: Os machos cantam ativamente durante toda a época de atividade (setembro a maio), durante todo o período de luz do dia e apenas dentro de riachos conservados (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002; MOTTA-TAVARES, obs. Pess., presente Dissertação). A atividade de canto da espécie pode ser detectada até cerca de 50 m de distância (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002). O primeiro capítulo desta dissertação descreve que o endemismo da espécie não se restringe a uma porção espacial específica da ilha, mas sim encontrada de forma diferenciada entre vertentes e cotas altitudinais. Não se sabe quais as características intrínsecas dos riachos que podem contribuir com o grau de ocupação e abundância da espécie na ilha.

Figura 10 – Macho de *Hylodes fredei* sobre pedra no riacho.



Fonte: Foto de Tatiana Motta-Tavares, 2015.

Hylodes fredei possui uma distribuição espacial restrita, constituindo um bom modelo de estudo para a utilização do método de modelagem de ocupação, avaliando-se quais os fatores qualitativos do habitat influenciariam na sua distribuição entre diferentes riachos da ilha. Reconhecer os padrões de qualidade do habitat favoráveis para a ocupação auxilia compreender parte dos mecanismos que regulam a ocorrência e distribuição da espécie e nas tomadas de decisões sobre estratégias de conservação, não apenas especificamente para *H. fredei*, mas aplicável para outras espécies de anuros altamente dependentes do ambiente do riacho (em especial os da família Hylodidae).

Este capítulo teve por objetivo principal estudar quais e como os fatores abióticos podem afetar a ocupação e abundância de *H. fredei* entre os riachos da Ilha Grande, no litoral sudeste do Rio de Janeiro. Adicionalmente, avaliamos como a espécie utiliza o ambiente do riacho em termos de uso dos habitats disponíveis. Procuramos especificamente responder às seguintes perguntas: Quais principais variáveis físico-químicas do riacho estariam relacionadas com a ocupação de *Hylodes fredei*? Essas variáveis também afetam sua abundância local? Em que grau os riachos com e sem a presença *H. fredei* diferem nas médias das variáveis abióticas? Qual o principal habitat no riacho utilizado pela espécie? A espécie utiliza os habitats de acordo com as suas disponibilidades no interior do riacho?

3.2 Materiais e Métodos

O estudo foi realizado em riachos de diferentes localidades da Ilha Grande, durante os meses em que a espécie é conhecida por estar ativa (de setembro a maio; HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002) dos anos de 2014 e 2015. A amostragem dos dados era realizada sempre entre as 7:00 e 17:00 horas do dia, por se tratar de um anfíbio com hábito diurno (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002). Cada riacho foi amostrado uma vez. Para mais detalhes a respeito das buscas aos riachos amostrados, ver o Material e Método geral, p. 19 desta dissertação.

A presença / ausência de *H. fredei* nos riachos era constatada por visualização direta e/ou registro da atividade de canto característica da espécie, sempre pelo mesmo pesquisador. Foram realizadas buscas ativas em um trecho de 100 m de cada um dos 33 riachos analisados que cortaram ou ficavam próximos as trilhas. A abundância de *H. fredei* foi estimada pela quantidade total de indivíduos detectados durante a busca ativa nesse trecho. Quando um indivíduo de *H. fredei* era avistado durante a busca ativa, era registrado o habitat utilizado no

primeiro avistamento. Em conjunto com as buscas ativas, um segundo pesquisador registrava a cada trecho de 20 metros do riacho variáveis físico-químicas e estruturais do ambiente. As variáveis abióticas foram selecionadas com base em estudos prévios sobre uso do habitat por anuros em rios e riachos (e.g. ETEROVICK, 2003; KELLER et al., 2009; OLIVEIRA e ETEROVICK, 2009; SOUZA e ETEROVICK, 2011). Registramos variáveis químicas da água, que foram pH (pHmetro marca Instruterm, modelo PH-1500, com sonda da marca Quimis modelo QA338-ECV-SX), condutividade elétrica (em μS ; marca Thermo, condutivímetro modelo TECRL060C) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$; medida com o condutivímetro), além de variáveis físicas como largura da superfície do córrego (em m), profundidade da lâmina d'água (em cm) e velocidade da correnteza (m/s; mensurado com o uso de um objeto flutuante e trena), temperatura (em $^{\circ}\text{C}$; uso de aparelho termo-higro-anemômetro-luxímetro digital marca Politerm, modelo POL-20) e umidade relativa do ar (%; uso do termo-higro-anemômetro-luxímetro) e intensidade de luz (lux; uso do termo-higro-anemômetro-luxímetro). Também avaliamos a composição estrutural do riacho ao longo deste, categorizando os habitats disponíveis a cada quatro metros da calha do riacho como a presença e ausência de água, areia/ lama, briófitas, folhiço, galho e/ou tronco caídos, pedra e vegetação. As buscas ativas e medições das variáveis foram sempre realizadas em um único sentido, à montante do riacho, para evitar recontagem de indivíduos e minimizar o distúrbio físico no riacho (devido a presença e deslocamento dos pesquisadores). A coleta dos dados era realizada a uma distância mínima de 5 metros da trilha, para minimizar o efeito desta nas variáveis.

Para avaliar quais os fatores abióticos influenciariam na ocupação de *Hylodes fredei* nos riachos amostrados, primeiro realizamos a modelagem de ocupação de *Hylodes fredei* entre os riachos visitados, com 1000 bootstraps para acessar os valores do ajuste das estimativas e do parâmetro de sobredispersão. Em seguida, utilizamos o Critério de Informação de Akaike (AIC; AKAIKE, 1973) para selecionar quais os melhores modelos de ocupação propostos. Utilizamos o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014), com o pacote “unmarked” (FISKE e CHANDLER, 2011) para realizar as análises de modelagem e de seleção de modelos. Para a construção dos modelos, levamos em consideração antes quais as variáveis estariam correlacionadas entre si através da correlação de Pearson (função “cor” do programa R). Variáveis com correlação igual ou superior a 50% não foram agrupadas no mesmo modelo porque modelos com variáveis altamente correlacionadas podem ser superestimados durante a seleção (a matriz de correlação das variáveis se encontra no Apêndice D). Modelos com o $\Delta\text{AIC} < 2$ foram considerados como equivalentes, porque

apresentam um suporte empírico maior para explicar a realidade do uso do habitat através da modelagem (MAZEROLLE, 2004). Avaliamos o grau de influência de cada modelo na ocupação através do peso de Akaike (AIC_w), que consiste no peso de cada modelo dentro de todo o conjunto proposto (ou seja, o quanto cada modelo explica a seleção de habitat pela espécie) (MACKENZIE et al., 2006; MAZEROLLE, 2004). Avaliamos o AIC_w individual das variáveis seguindo o método proposto por MacKenzie e colaboradores (2006), que consiste no somatório do AIC_w dos modelos que possuíam a variável em questão (não consideramos os modelos global e os com três variáveis neste caso). Foram sugeridos 170 modelos: um nulo, 16 com uma variável, 113 com duas variáveis, 39 com três variáveis e um global. O modelo nulo propõe nenhuma variável, isto é, nenhuma variável afetaria a ocupação da espécie. Os modelos com duas variáveis foram formados pelas combinações par-a-par de cada uma das variáveis, enquanto os modelos com três variáveis consistem nas combinações das três variáveis com o maior AIC_w com as demais. O modelo global consiste na combinação de todas as variáveis, retirando as variáveis correlacionadas de menor influência na análise (menor AIC_w individual).

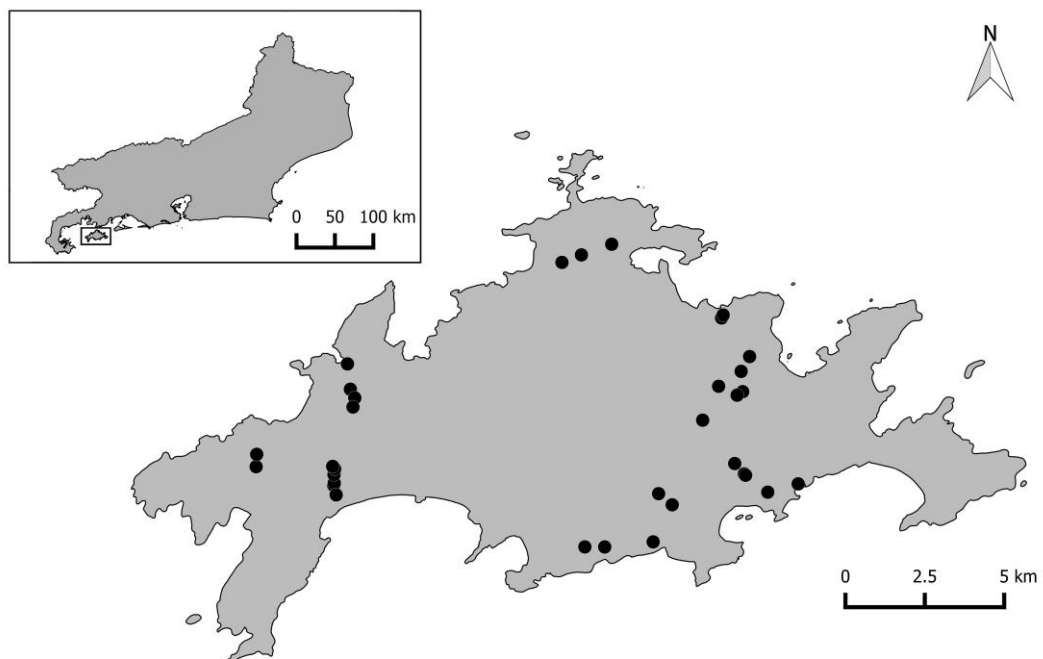
Realizamos análises de regressão múltiplas, cuja variáveis independentes foram as variáveis abióticas dos modelos com $\Delta AIC < 2$, e as variáveis dependentes foram as taxas de ocupação (Ψ) estimadas pelo modelo global e a abundância de *H. fredei* nos 100 m de riachos percorridos. Também realizamos análises de variância (ANOVA), verificando se existe diferença nas variáveis abióticas entre riachos com e sem *H. fredei*. As análises de regressão múltiplas e as ANOVA também foram realizadas no programa R (funções “lm” e “aov”, respectivamente). Os gráficos foram feitos no programa SYSTAT 11.0.

Para avaliar se *H. fredei* selecionaria o habitat disponível no riacho, foi utilizado o teste do Qui-Quadrado, comparando a proporção de habitats disponíveis nos riachos com o que foi utilizado pelos indivíduos avistados. Para esta análise, utilizamos a função “chisq.test” do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014). O gráfico de frequências foi feito no programa EXCEL.

3.3 Resultados

Foram amostrados 33 riachos encontrados cruzando as trilhas percorridas ou próximo a estas (Figura 11). *Hylodes fredei* foi encontrado em 13 dos 33 riachos encontrados ao longo das trilhas, resultando em uma probabilidade de ocupação naïve de 0,39. Dentro desses 13 riachos, registramos um total de 55 indivíduos da espécie.

Figura 11 – Riachos na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis (RJ), analisados ao longo das campanhas de campo, entre outubro de 2014 e outubro de 2015.



Legenda: Círculos pretos = Riachos analisados (N = 33).
 Fonte: Figura elaborada por Tatiana Motta-Tavares, 2015.

Dentre os 170 modelos sugeridos, três se destacaram por apresentarem $\Delta AIC < 2$ (Tabela 3 apresenta os 20 melhores modelos; o Apêndice E apresenta todos os modelos que se encontram acima do modelo nulo). As variáveis que melhor explicaram esses modelos, em ordem de AIC_w individual (Tabela 4), foram: condutividade elétrica, intensidade de luz, disponibilidade de galhos e troncos, disponibilidade de vegetação e disponibilidade de areia e umidade.

Tabela 3 – Relação dos 20 modelos que melhor explicam a ocupação para *Hylodes fredei* na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Ajuste das estimativas = 0,24 e parâmetro de sobredispersão = 1,03.

Modelo	AIC	ΔAIC	AIC_w	n° parametros
Ψ (condutividade; luz; galhos_troncos)	32,07	0	0,14	5
Ψ (areia; umidade)	33,34	1,27	0,07	4
Ψ (vegetação; luz)	33,81	1,73	0,06	4
Ψ (briófitas; condutividade)	34,14	2,07	0,05	4
Ψ (areia; luz; vegetação)	34,14	2,07	0,05	5
Ψ (condutividade; luz; profundidade)	34,30	2,23	0,05	5
Ψ (galhos_troncos; condutividade)	34,49	2,42	0,04	4
Ψ (condutividade)	34,73	2,66	0,04	3
Ψ (água; condutividade)	35,00	2,92	0,03	4
Ψ (condutividade; profundidade)	35,12	3,05	0,03	4
Ψ (areia; condutividade)	35,13	3,05	0,03	4
Ψ (condutividade; correnteza)	35,15	3,08	0,03	4
Ψ (condutividade; largura)	35,58	3,51	0,02	4
Ψ (areia; condutividade; umidade)	35,86	3,79	0,02	5
Ψ (areia; condutividade; briófitas)	36,08	4,00	0,02	5
Ψ (folhíço; condutividade)	36,14	4,07	0,02	4
Ψ (areia; condutividade; galhos_troncos)	36,16	4,08	0,02	5
Ψ (temp_água; condutividade)	36,50	4,42	0,02	4
Ψ (areia; condutividade; correnteza)	36,56	4,49	0,01	5
Ψ (areia; condutividade; largura)	36,65	4,58	0,01	5

Legenda: **AIC** = Critério de Akaike; **AIC_w** = Peso de Akaike; **Ψ** = ocupação; **água** = Disponibilidade de água (%) no riacho; **areia** = Disponibilidade de areia (%) no riacho; **briófita** = Disponibilidade de briófitas (%) no riacho; **condutividade** = Condutividade elétrica da água do riacho (μ S); **correnteza** = Correnteza da superfície do riacho (m/s); **folhíço** = Disponibilidade de folhíço (%) no riacho; **galhos_troncos** = Disponibilidade de galhos e troncos (%) no riacho; **largura** = Largura da superfície do riacho (m); **luz** = Intensidade de luz (lux); **pedra** = Disponibilidade de pedras (%) no riacho; **pH** = pH da água do riacho; **profundidade** = Profundidade da porção mediana do riacho (cm); **temp_água** = Temperatura da água do riacho ($^{\circ}$ C); **temp_ar** = Temperatura do ar ($^{\circ}$ C); **umidade** = Umidade relativa do ar (%); **vegetação** = Disponibilidade de vegetação (%) no riacho.

Tabela 4 – Somatório do peso de Akaike dos modelos que incluem a variável abiótica em questão, na modelagem de ocupação para *Hylodes fredei* na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.

Variável abiótica	AICw individual
condutividade	0,36
luz	0,26
profundidade	0,23
largura	0,13
galhos_troncos	0,12
água	0,09
vegetação	0,09
areia	0,09
umidade	0,08
temp_água	0,07
correnteza	0,05
pedra	0,05
temp_ar	0,04
pH	0,04
folhiço	0,02
briófita	0,02

Legenda: **AICw individual** = Somatório do Peso de Akaike referente a respectiva variável abiótica; **água** = Disponibilidade de água (%) no riacho; **areia** = Disponibilidade de areia (%) no riacho; **briófita** = Disponibilidade de briófita (%) no riacho; **condutividade** = Condutividade elétrica da água do riacho (μS); **correnteza** = Correnteza da superfície do riacho (m/s); **folhiço** = Disponibilidade de folhiço (%) no riacho; **galhos_troncos** = Disponibilidade de galhos e troncos (%) no riacho; **largura** = Largura da superfície do riacho (m); **luz** = Intensidade de luz (lux); **pedra** = Disponibilidade de pedras (%) no riacho; **pH** = pH da água do riacho; **profundidade** = Profundidade da porção mediana do riacho (cm); **temp_água** = Temperatura da água do riacho ($^{\circ}\text{C}$); **temp_ar** = Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$); **umidade** = Umidade relativa do ar (%); **vegetação** = Disponibilidade de vegetação (%) no riacho.

A regressão múltipla das variáveis dos três melhores modelos (condutividade elétrica, intensidade de luz, disponibilidade de galhos e troncos, disponibilidade de areia, umidade relativa do ar e disponibilidade de vegetação) com a ocupação foi significativa ($R^2 = 0,66$; $F_{6, 24} = 7,62$; $p < 0,01$). A intensidade de luz ($p < 0,01$; Figura 12B) e a disponibilidade de vegetação no riacho ($p < 0,01$; Figura 12D) explicaram o efeito na ocupação de *H. fredei* nos riachos após retirado o efeito das outras variáveis. As mesmas variáveis independentes também afetaram a abundância do anuro nos riachos ($R^2 = 0,51$; $F_{6, 24} = 4,18$; $p < 0,01$), onde a intensidade de luz ($p = 0,03$; Figura 13B), a disponibilidade de vegetação no riacho ($p < 0,01$; Figura 13D) afetaram de forma positiva, enquanto a disponibilidade de areia no riacho ($p = 0,03$; Figura 13E) afetou de forma negativa. A Tabela 5 detalha os valores de R^2 , F de

Fisher, dos coeficientes e de probabilidade de todas variáveis independentes de ambas as análises de regressões múltiplas.

Figura 12 – Gráficos das parciais das variáveis abióticas dos três melhores modelos sugeridos com a parcial da ocupação de *Hylodes fredei* nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.

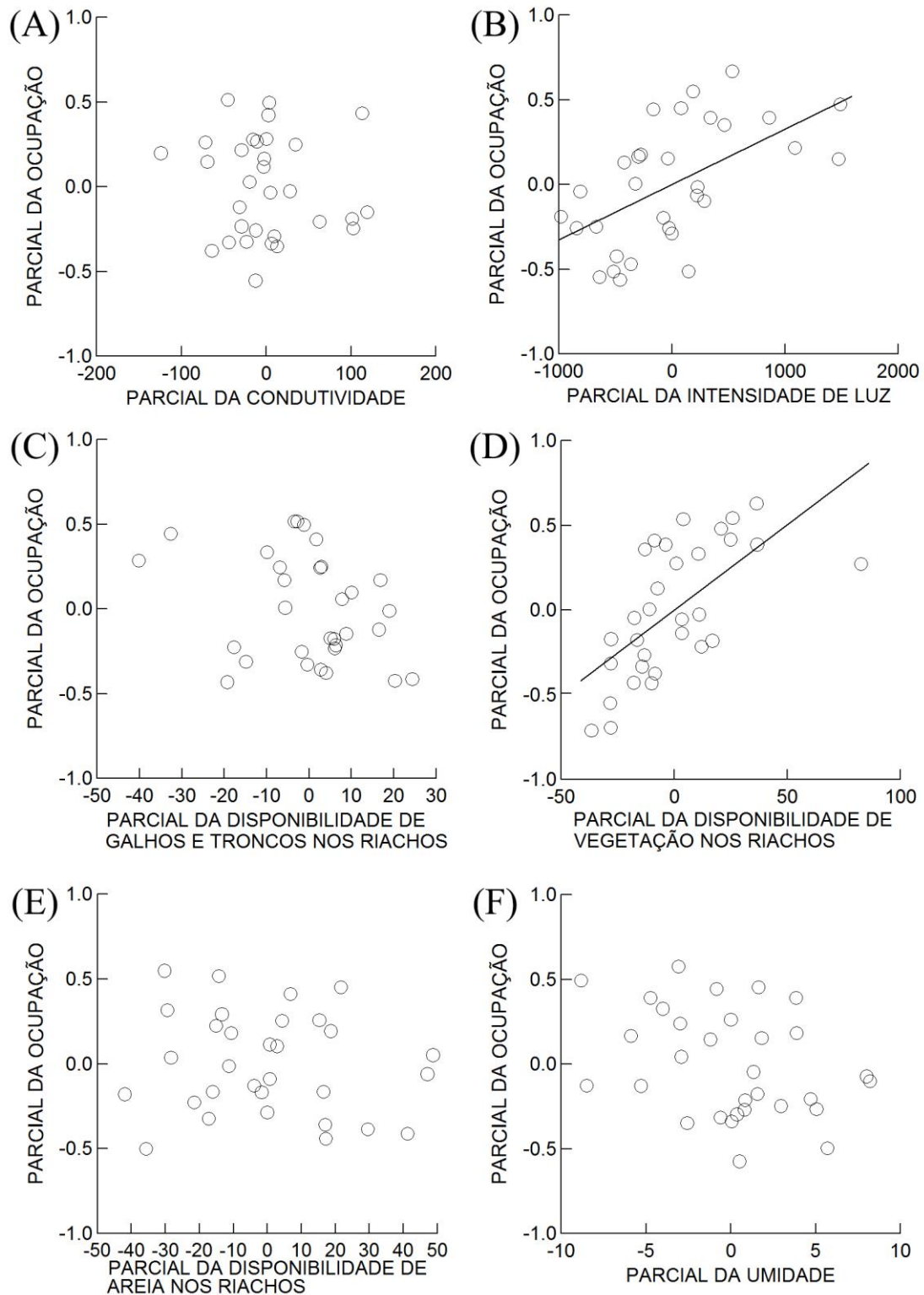


Figura 13 – Parciais das variáveis abióticas dos três melhores modelos sugeridos com a parcial da abundância de *Hylodes fredei* nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.

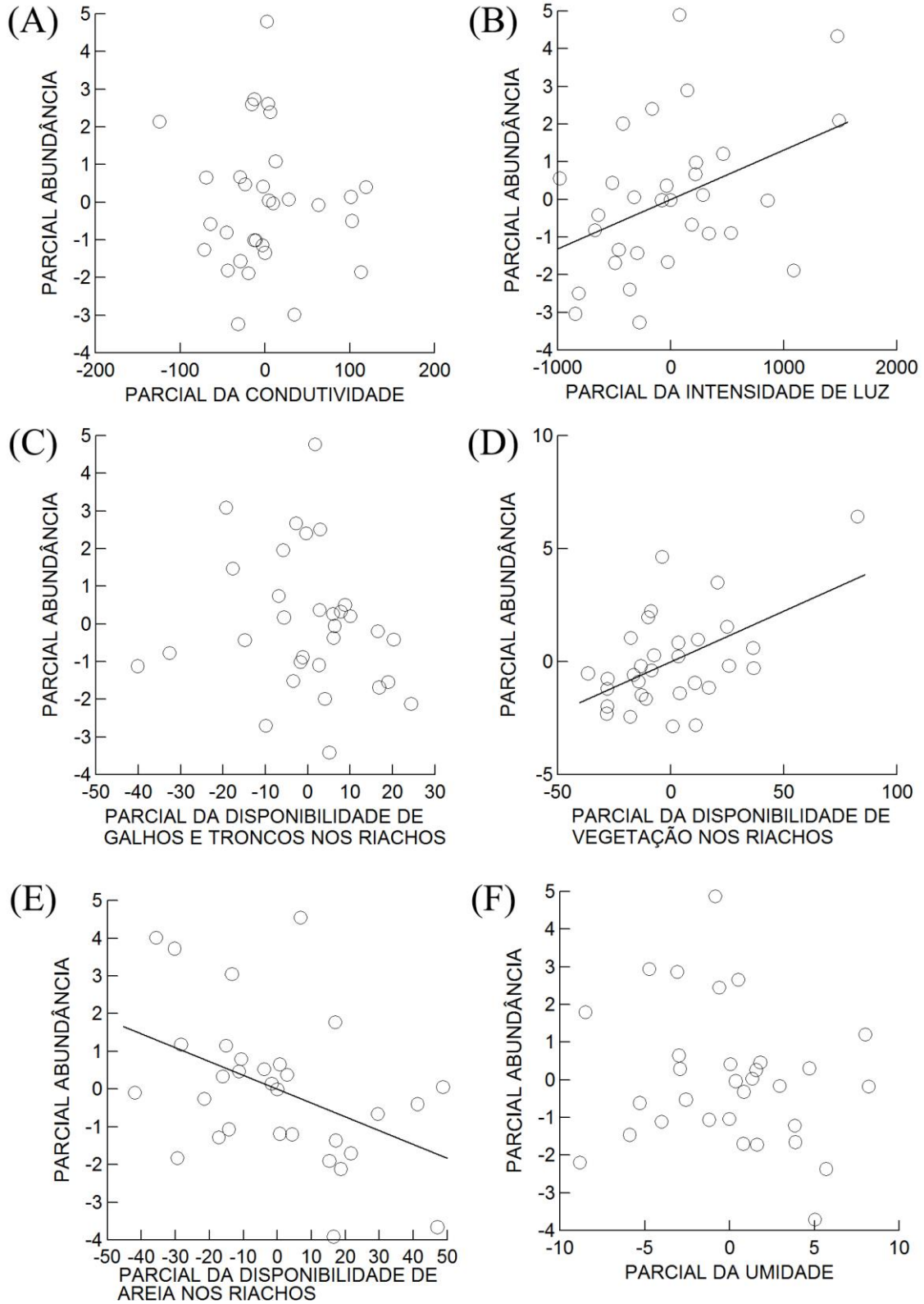


Tabela 5 – Valores do R^2 , F de Fisher, coeficientes e probabilidade das análises de regressões, avaliando quais as variáveis abióticas influenciam na ocupação e abundância de *Hylodes fredei* nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.

Variável dependente	R^2	$F_{6, 24}$	Variável independente	c	p
Ψ	0,66	7,62			0,0001
			condutividade	-0,0001	0,6301
			luz	0,0003	0,0026*
			galhos_troncos	-0,0067	0,1254
			vegetação	0,0101	0,0004*
			areia	-0,0255	0,5253
			umidade	-0,0017	0,0844
Abundância	0,51	4,19			0,0051
			condutividade	-0,0024	0,7210
			luz	0,0013	0,0351*
			galhos_troncos	-0,0202	0,4366
			vegetação	0,0449	0,0058*
			areia	-0,0366	0,0269*
			umidade	-0,0801	0,3587

Legenda: **F** = F de Fisher; **c** = Coeficientes; **p** = Probabilidade; **Ψ** = ocupação; **areia** = Disponibilidade de areia (%) no riacho; **condutividade** = Condutividade elétrica da água do riacho (μS); **galhos_troncos** = Disponibilidade de galhos e troncos (%) no riacho; **luz** = Intensidade de luz (lux); **umidade** = Umidade relativa do ar (%); **vegetação** = Disponibilidade de vegetação (%) no riacho. “*” indica que o valor de probabilidade é significativo (nível de significância considerado é o de $p < 0,05$).

Riachos com a presença de *H. fredei* possuíram as médias da condutividade elétrica (ANOVA, $R^2 = 0,15$; $F_{1, 29} = 4,95$; $p = 0,03$; Figura 14A) e intensidade de luz ($R^2 = 0,19$; $F_{1, 29} = 7,01$; $p = 0,03$; Figura 14B) distintas dos riachos com a espécie ausente. *Hylodes fredei* esteve presente em riachos com condutividade elétrica entre 78,0 e 147,30 μS , e em riachos com intensidade de luz mínima de 404 lux (Figura 14A e 14B). A Tabela 6 detalha os valores de R^2 , F de Fisher e de probabilidade das análises de variância em questão, além dos valores de média \pm desvio padrão de riachos com e sem *H. fredei* das variáveis analisadas.

Figura 14 – Gráficos de dispersão das variáveis abióticas dos três melhores modelos sugeridos com a ausência / presença de *Hylodes fredei* nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.

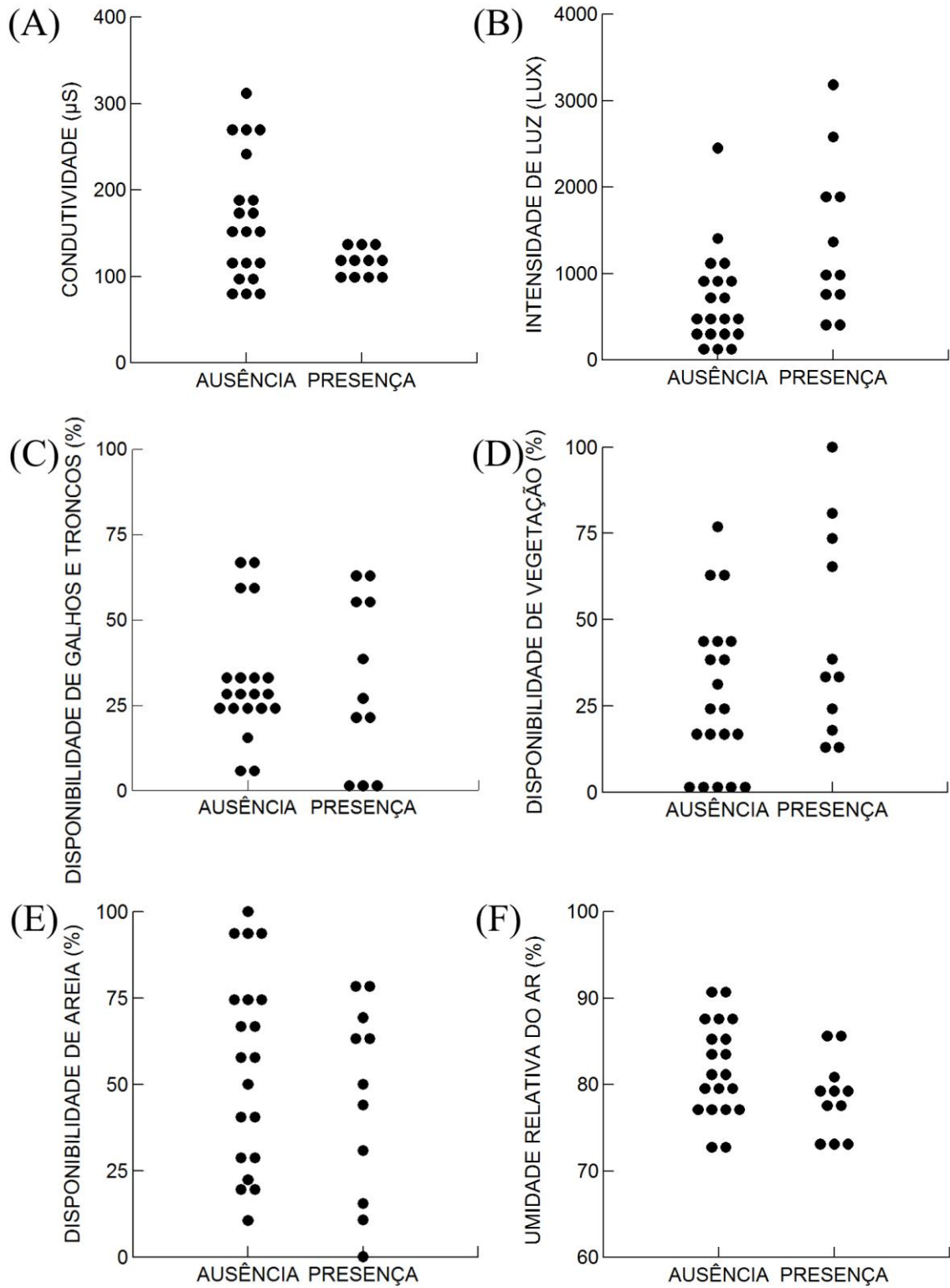


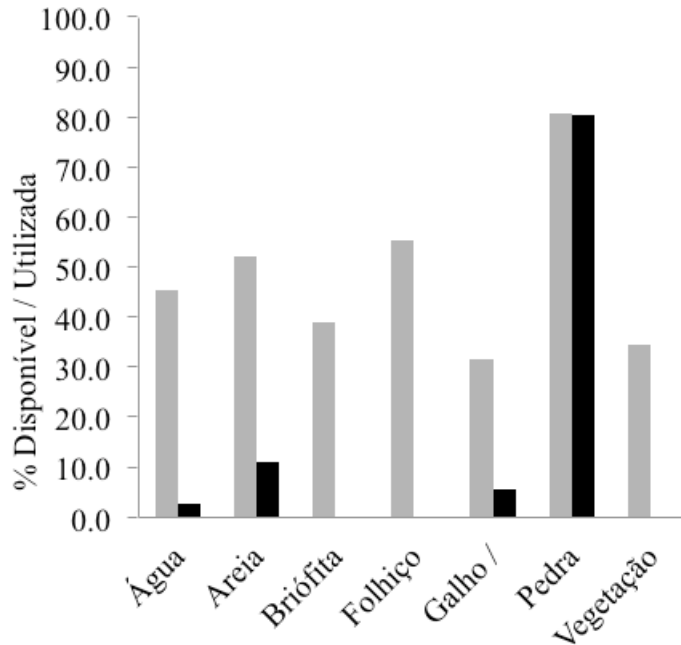
Tabela 6 – Valores do R², F de Fisher e de probabilidade das análises de variância, e médias ± desvio padrão dos riachos sem (ausência) e com registro (presença) de *Hylodes fredei*, avaliando quais variáveis abióticas se diferem nos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro.

Variável dependente	R ²	F _{1,29}	p	Média ± dp ausência	Média ± dp presença
condutividade	0,15	4,95	0,0340*	165.1 ± 72.9	114.9 ± 18.7
luz	0,19	7,02	0,0129*	682.1 ± 557.4	3181.7 ± 902.5
galhos_troncos	< 0,01	< 0,01	0,9460	31.8 ± 17.9	31.3 ± 25.4
vegetação	0,09	2,91	0,0990	55.6 ± 28.3	45.8 ± 28.0
areia	0,03	0,86	0,3630	82.0 ± 5.5	78.6 ± 4.3
umidade	0,10	3,27	0,0810	28.5 ± 23.0	44.9 ± 30.0

Legenda: **F** = F de Fisher; **p** = Probabilidade; **dp** = desvio padrão; **areia** = Disponibilidade de areia (%) no riacho; **condutividade** = Condutividade elétrica da água do riacho (μS); **galhos_troncos** = Disponibilidade de galhos e troncos (%) no riacho; **luz** = Intensidade de luz (lux); **umidade** = Umidade relativa do ar (%); **vegetação** = Disponibilidade de vegetação (%) no riacho. “*” indica que o valor de probabilidade é significativo (nível de significância considerado é o de $p < 0,05$).

Os indivíduos de *H. fredei* encontrados preferiram utilizar o habitat pedra (teste do Qui-quadrado $X^2 = 65,8$; g.l. = 6; $p < 0,0001$); 80,6% dos indivíduos; Figura 15), mesmo com disponibilidade abundante também de outros habitats como folhiço (55,4%) e areia (52,1%) (Figura 15).

Figura 15 – Proporção de habitats disponíveis nos riachos e proporção de habitats utilizados por *Hylodes fredei* nos riachos que cortam as trilhas percorridas na Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro.



Legenda: Barras cinzas = Proporção de habitats disponíveis nos riachos; Barras pretas = proporção de habitats utilizados por *Hylodes fredei* nos riachos.

3.4 Discussão

Os dados indicaram que a distribuição de *Hylodes fredei* estava afetada por um conjunto de variáveis estruturais do habitat e físicoquímicas da água dos córregos dos riachos, o que determina os riachos apropriados para a espécie ocorrer e se desenvolver ao longo dos riachos da Ilha Grande. De fato, os resultados da seleção de modelos apontaram que seis variáveis (de um total de 16 avaliadas; Tabela 3) melhor explicaram a distribuição de *Hylodes fredei* entre os riachos da Ilha Grande. Variáveis físicoquímicas (condutividade elétrica, intensidade de luz e umidade), em conjunto com variáveis estruturais (disponibilidade de galhos / troncos, vegetação e areia) foram fatores determinantes tanto para definir a ocupação quanto para determinar a abundância local de *H. fredei* nos riachos da Ilha Grande (Tabelas 3, 5 e 6; Figuras 12, 13 e 14). Características físicoquímicas e estruturais do ambiente já foram mostradas afetando significativamente a distribuição e a composição da anurofauna em riachos (e.g. ETEROVICK, 2003; KELLER et al., 2009; OLIVEIRA e ETEROVICK, 2009; SOUZA e ETEROVICK, 2011). Cada variável pode estar relacionada com um ou mais aspectos da ecologia das espécies, tais como seleção de habitats para forrageio, abrigos protegidos contra predadores, sítios para atividade de canto e/ou para realizar a desova, e

desenvolvimento das larvas (ETEROVICK, 2003; KELLER et al., 2009; OLIVEIRA e ETEROVICK, 2009). As variáveis estruturais podem estar primariamente relacionadas com a distribuição dos indivíduos adultos, enquanto as variáveis fisicoquímicas podem estar relacionadas principalmente com a distribuição dos girinos (OLIVEIRA e ETEROVICK, 2009), como consequência da escolha dos melhores sítios reprodutivos pelos adultos.

A condutividade elétrica foi a variável com o maior valor de soma dos AICw (Tabela 4), presente em 17 dos 20 melhores modelos que explicam a ocupação de *Hylodes fredei* entre os riachos (Tabela 3), além também de ser uma variável cuja a média foi distinta entre riachos com e sem a ocorrência do anuro (Tabela 6; Figura 14A). Os dados indicaram que a condutividade elétrica da água constituiu um fator de considerável importância para determinar a ocorrência e a distribuição de *H. fredei* ao longo dos riachos da Ilha Grande, tanto em conjunto com outras variáveis ou individualmente. A condutividade elétrica foi a variável abiótica que melhor explicou a distribuição de girinos entre riachos de primeira até quarta ordens no bioma Cerrado (OLIVEIRA e ETEROVICK, 2009). Em outro estudo realizado no sudeste da Austrália, a condutividade elétrica afetou de forma negativa a ocupação de todas as seis espécies de anuros que ocorriam em 56 áreas pantanosas da região (SMITH et al., 2007). A condutividade elétrica pode ser utilizada como forma de estimar a salinidade do corpo d'água (LEWIS e PERKIN, 1978). A salinidade é um fator consideravelmente impactante para o desenvolvimento larvar de anfíbios, podendo causar deformidades e até 100% de mortalidade dos embriões, dependendo da concentração no meio (e.g. ALEXANDER et al., 2012). São poucas as espécies de anfíbios que toleram altas concentrações de sal no meio – ex. *Fejervarya cancrivora* (família Dicroglossidae) que vive em mangues do sudeste asiático, tolerando níveis de salinidade superiores a 30%. No nosso estudo, não detectamos *H. fredei* em nenhum dos riachos amostrados com condutividade elétrica acima de 150 μ S, o que sugere que a condutividade elétrica e/ou a salinidade sejam fortes fatores limitante para a distribuição de *H. fredei* nos riachos da Ilha Grande. Uma condutividade elétrica acima de 150 μ S poderia restringir a possibilidade de ocorrência de *H. fredei* em determinado corpo d'água. Adicionalmente, a condutividade elétrica pode ser fator condicionante para a escolha dos locais de desova, em decorrência do possível efeito negativo para o desenvolvimento das larvas aquáticas de anuros quando em valores maiores.

Entre os fatores ambientais avaliados no presente estudo, a intensidade de luz foi o segundo fator ambiental que mais afetou a ocupação de *H. fredei* entre os riachos (segundo maior valor da soma dos AICw; Tabelas 4, 5 e 6; Figura 12B e 14B), afetando também a abundância dos indivíduos no interior dos riachos (Tabela 5; Figura 13B). Estudos prévios

mostraram a importância da intensidade de luz na atividade de canto de espécies da família Hyloidae: o próprio *H. fredei* (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002); *Crossodactylus gaudichaudii* (ALMEIDA-GOMES, VAN SLUYS e ROCHA, 2007); e *H. nasus* (MACHADO, 2015). Hatano (2004) mostrou que quando avaliada separadamente, a densidade de *H. fredei* nos riachos estava influenciada pelo fotoperíodo, mas quando avaliada em conjunto com a temperatura do ar e a pluviosidade não explicou nenhum efeito adicional sobre a densidade. É possível que a luz que atinge os riachos seja um fator que afete a distribuição de *H. fredei*, onde riachos mais sombreados (intensidade de luz inferior a 400 lux) não constituiriam bons locais para os indivíduos permanecerem em atividade de canto. Por outro lado, os riachos mais iluminados seriam mais adequados para a atividade reprodutiva da espécie.

A umidade relativa do ar também constituiu um fator importante para a ocupação de *H. fredei* entre os riachos visitados (Tabela 3), mas não afetou porção adicional na ocupação e na abundância, quando retirado o efeito das demais variáveis abióticas (Tabelas 5 e 6; Figuras 12F, 13F e 14F). Estudos anteriores mostraram também que a umidade relativa do ar influenciava a atividade de canto de *H. fredei* (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002) e de *C. gaudichaudii* (ALMEIDA-GOMES, VAN SLUYS e ROCHA, 2007) e a atividade reprodutiva de anuros do folhiço (DUELLMAN e TRUEB, 1994; BOQUIMPANI-FREITAS et al., 2002, 2007). Assim, sugerimos que a umidade afetaria a atividade reprodutiva de *H. fredei*, onde em conjunto com outros fatores físicoquímicos influenciariam na distribuição do anuro entre os riachos da Ilha Grande.

Nossos dados indicaram que a composição estrutural do ambiente foi também fator determinante para a distribuição de *H. fredei* nos riachos da Ilha Grande, nas quais a disponibilidade de galhos / troncos, vegetação e areia afetaram significativamente a ocupação e a abundância de *H. fredei*, quando retirado o efeito das demais variáveis abióticas (Figuras 12 e 13, Tabela 5). Tem sido mostrado que galhos e solo descoberto foram fatores estruturais que também afetaram a distribuição de anuros adultos em riachos no cerrado do Brasil central (OLIVEIRA e ETEROVICK, 2009). Isto pode decorrer do fato de que a vegetação e galhos / troncos são em geral utilizados como sítios de repouso durante o período de inatividade de *H. fredei*. Embora no presente estudo não tenhamos realizado buscas ativas no período de inatividade da espécie (período noturno), no estudo de Hatano e colaboradores (2002) um indivíduo de *H. fredei* foi avistado durante busca ativa no período noturno repousando em vegetação baixa. Os cogenéricos *H. asper*, *H. nasus* e *H. phyllodes* foram registrados utilizando a vegetação do interior dos riachos como poleiros de repouso durante o período de

inatividade (HADDAD e GIARETTA, 1999; HEYER et al., 1990; MACHADO, 2015). Para *H. nasus* do Parque Nacional da Tijuca no Rio de Janeiro, Machado (2015) encontrou que cerca de 33% dos indivíduos encontrados durante o período de inatividade noturna estavam sobre galhos ou folhas na vegetação e sugeriu que estes constituiriam um sítio de repouso noturno que por serem mais elevados do chão poderiam ser mais protegidos de predadores. Adicionalmente, a disponibilidade de areia no riacho, após retirado o efeito das demais variáveis, não afetou a ocupação de *H. fredei* entre os riachos, mas afetou negativamente a abundância da espécie no interior dos riachos. É possível que isso ocorra porque os trechos de riachos com muitos bancos de areia poderiam não oferecer poleiros para atividade de canto da espécie nem oferecer abrigos protegidos contra predadores.

Em termos do uso do habitat, *Hylodes fredei* teve preferência no uso de pedras em mais de 80% dos registros. Em estudo anterior na Ilha Grande, *H. fredei* também teve maior frequência na utilização do microhabitat pedra (ALMEIDA-GOMES et al., 2007). Outras espécies do gênero *Hylodes* também tiveram preferência pelo habitat pedra – *H. asper* (HEYER et al., 1990), *H. heyeri* (LINGNAU e BASTOS, 2007), *H. nasus* (MACHADO, 2015) e *H. phyllodes* (HEYER et al., 1990). Almeida-Gomes e colaboradores (2007a) sugerem que as pedras seriam os poleiros de canto preferenciais, nos quais ao menor sinal de presença de predadores ofereceriam abrigos entre as frestas ou movendo-se diretamente na correnteza através de escape locomotor. Por se tratar de uma espécie conspícua em termos sonoros, em que o indivíduo em atividade de canto pode ser detectado em um raio de 50 metros (HATANO, ROCHA e VAN SLUYS, 2002; MOTTA-TAVARES obs. Pers., presente Dissertação), é necessário que os indivíduos possuam uma eficiente estratégia de fuga locomotora para escape de predadores. Adicionalmente à sugestão de Almeida-Gomes e colaboradores (2007), sugerimos que a preferência pela utilização de pedras por *H. fredei* se dê através da vantagem protetiva da camuflagem pela espécie apresentar uma coloração consideravelmente semelhante àquela da superfície das pedras (Figura 16), o que dificultaria a detecção por predadores visualmente orientados. Um comportamento semelhante foi descrito por Machado (2015) para *H. nasus*, no qual esta espécie que também possuía coloração similar à superfície das pedras, se utilizava de frestas e concavidades nas pedras durante o período inativo.

Figura 16 – *Hylodes fredei* no riacho, destacando a coloração da espécie semelhante a superfície da pedra.



Fonte: Foto de Tatiana Motta-Tavares, 2015.

Concluimos que, entre as variáveis estudadas, um conjunto de seis delas (condutividade elétrica, intensidade de luz, disponibilidade de galhos e troncos, disponibilidade de vegetação e disponibilidade de areia e umidade) seriam as principais responsáveis por afetar a distribuição e a abundância de *Hylodes fredei* ao longo dos riachos da Ilha Grande. Sugerimos que a composição estrutural do ambiente afetaria diretamente a distribuição dos indivíduos adultos, enquanto a condutividade elétrica, a intensidade de luz e a umidade influenciariam na atividade reprodutiva, possivelmente afetando através a escolha dos locais de desova e dos poleiros de canto. *Hylodes fredei* tem preferência pelo habitat de pedra, possivelmente como mecanismo de defesa contra predadores.

3.5 Referência bibliográfica

AKAIKE, H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. p. 267-281. In: PRETOV, B.N.; CSAKI, F. (Ed.). Second international symposium on information theory. Budapest: Academiai Kiado. 1973.

- ALEXANDER, L.G.; LAILVAUX, S.P.; PECHMANN, J.H. e DEVRIES, P.J. Effects of salinity on early life stages of the Gulf Coast Toad, *Incilius nebulifer* (Anura: Bufonidae). *Copeia* 2012 (1): 106-114. 2012.
- ALMEIDA-GOMES, M.; HATANO, F.H.; VAN SLUYS, M. e ROCHA, C.F.D. Diet and microhabitat use by two Hylodinae species (Anura, Cycloramphidae) living in sympatry and syntopy in a Brazilian Atlantic Rainforest area. *Iheringia. Série Zoologia* 97 (1): 27-30. 2007.
- ALMEIDA-GOMES, M.; VAN SLUYS, M. e ROCHA, C.F.D. Calling activity of *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura: Hylodidae) in an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Belgian Journal of Zoology* 137 (2): 203-207. 2007.
- BOQUIMPANI-FREITAS L.; ROCHA, C.F.D. e VAN SLUYS, M. Ecology of the horned leaf-frog *Proceratophrys appendiculata* (Leptodactylidae) in an insular Atlantic rain-forest area of southeastern Brazil. *Journal of Herpetology* 36(2): 318-322. 2002.
- BOQUIMPANI-FREITAS L.; ROCHA, C.F.D. e VAN SLUYS, M. Temporal niche of acoustic activity in anurans: interspecific and seasonal variation in a neotropical assemblage from south-eastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 28: 269-276. 2007.
- BROWN, J.H. On the relationship between abundance and distribution of species. *American naturalist* 124(2): 255-279. 1984.
- CANEDO, C. e POMBAL-JR., J.P. Two new species of torrente frog of the genus *Hylodes* (Anura, Hylodidae) with nuptial thumb tubercles. *Herpetologica* 63: 224-235. 2007.
- DUELLMAN, W.E. e TRUEB, L. *Biology of Amphibians*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 670 p. 1994.
- ETEROVICK, P.C. Distribution of anuran species among montane streams in south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 19 (3): 219-228. 2003.
- FISKE, I. e CHANDLER, R. unmarked: An R Package for Fitting Hierarchical Models of Wildlife Occurrence and Abundance. *Journal of Statistical Software* 43 (10): 1-23. 2011.
- HADDAD, C.F.B. e GIARETTA, A.A. Visual and acoustic communication in the Brazilian torrent frog, *Hylodes asper* (Anura, Leptodactylidae). *Herpetologica* 55: 324-333. 1999.
- HADDAD, C.F.B. e PRADO, C.P.A. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *Bioscience* 55(3): 207-217. 2005.
- HATANO, F.H.; ROCHA, C.F.D. e VAN SLUYS, M. Environmental Factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology* 36 (2): 314-318. 2002.
- HATANO, F.H. Ecologia de *Hylodes phyllodes* (Anura: Leptodactylidae), em uma área de Mata Atlântica da Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ: Dinâmica, dieta e parasitismo. Tese de Doutorado, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 173p. 2004.

- HATANO, F.H.; GETTINGER, D.; VAN SLUYS, M. e ROCHA, C.F.D. Parasitism of *Hylodes phyllodes* (Anura: Cycloramphidae) by *Hannemania* sp. (Acari: Trombiculidae) in an area of Atlantic forest, Ilha Grande, Southeastern Brazil. *Parasite* 14: 107-112. 2007.
- HEYER, W.R.; RAND, A.S.; CRUZ, C.A.; PEIXOTO, G. e NELSON, C.E. Frogs of Boraceia. *Arquivos de Zoologia* (São Paulo). 1990.
- KELLER, A.; MARK-OLIVER R.; LINSENMAYER, K. E. e GRAFE, T. U. The importance of environmental heterogeneity in Bornean stream frogs. *Journal of Animal Ecology* 78: 305-314. 2009.
- LAIA, R.C.; FATORELLI, P.; HATANO, F.H. e ROCHA, C.F.D. Tadpole of *Hylodes fredii* (Anura: Hylodidae), a frog endemic to an Atlantic Forest island (Ilha Grande, Rio de Janeiro State), Brazil. *Zootaxa* 2640: 62-64. 2010.
- LEWIS, E.L. e PERKIN, R.G. Salinity: Its definition and calculation. *Journal of Geophysical Research* 83: 466-478. 1978.
- LINGNAU, R. e BASTOS, R.P. Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. *Journal of Natural History* (4): 1227-1235. 2007.
- LOMOLINO, M.V.; RIDDLE, B.R.; WHITTAKER, R.J. e BROWN, J.H. *Biogeography*. Sinauer Associates. 878 p. 2010
- MACHADO, A.O. Aspectos da atividade, uso do hábitat, dieta e esforço reprodutivo de *Hylodes nasus* (Anura: Hylodidae) no Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro – RJ. Dissertação de Mestrado, Departamento de Ecologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 76p. 2015.
- MACKENZIE, D.I.; NICHOLS, J.D.; LACHMAN, G.B.; DROEGE, S.; ROYLE, J.A. e LANGTIMM, C.A. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* (83): 2248-2255. 2002.
- MACKENZIE, D.I.; NICHOLS, J.; ROYLE, J.; POLLOCK, K.; BAILEY, L. e HINES, J. *Occupancy estimation and modeling: Inferring patterns and dynamics of species occurrence*. Elsevier Publishing. 313 p. 2006.
- MAZEROLLE, M. J. Making sense out of Akaike's Information Criterion (AIC): its use and interpretation in model selection and inference from ecological data. p. 174-190 In: MAZEROLLE, M. J. Appendix 1. Mouvements et reproduction des amphibiens en tourbières perturbées. Tese de Doutorado, Universidade de Laval, Quebec, Canadá. 2004.
- OLIVEIRA, F.F.R. e ETEROVICK, P. C. The role of river longitudinal gradients, local and regional attributes in shaping frog assemblages. *Acta Oecologica* 35(5): 727-738. 2009.
- PEIXOTO, O.L. Associação de anuros a bromeliáceas na Mata atlântica. *Revista da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Série Ciências da Vida* 17 (2): 75-83. 1995.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org>.> Acesso em 09 de outubro de 2015.

SMITH, M.J.; SCHREIBER, E.S.G.; SCROGGIE, M.P.; KOHOUT, M.; OUGH, K.; POTTS, J.; LENNIE, R.; TURNBULL, D.; JIN, C. e CLANCY, T. I. M. Associations between anuran tadpoles and salinity in a landscape mosaic of wetlands impacted by secondary salinisation. *Freshwater Biology* 52(1): 75-84. 2007.

SOUZA, A.M. e ETEROVICK, P.C. Environmental factors related to anuran assemblage composition, richness and distribution at four large rivers under varied impact levels in Southeastern Brazil. *River research and applications* 27 (8): 1023-1036. 2011.

TOLEDO, L.F.; BRITTO, F.B.; ARAÚJO, O.G.S.; GIASSON, L.M.O. e HADDAD, C.F.B. The occurrence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in Brazil and the inclusion of 17 new cases of infection. *South American Journal of Herpetology* 1(3): 185-191. 2006.

WERNER, E.E. e GLENNEMEIER, K.S. 1999. Influence of forest canopy cover on the breeding pond distributions of several amphibian species. *Copeia* 1999: 1-12. 1999.

CONCLUSÕES GERAIS

A presente dissertação permitiu ampliar o atual estado de conhecimento da distribuição geográfica e altitudinal de *Hylodes fredei* na Ilha Grande, investigando também fatores intrínsecos aos riachos que impactam não somente na distribuição, mas também na abundância nos diferentes trechos dos riachos. Com estas informações, é possível traçar planos mais refinados para a conservação da espécie, considerando fatores geográficos e ambientais para o manejo.

De forma sucinta, podemos concluir que no presente estudo:

- I. *Hylodes fredei* ocorreu em ambas as vertentes da ilha, ocupando três de cada 10 riachos encontrados. Entretanto, a vertente oceânica demonstrou maior frequência de ocorrência em comparação com a vertente continental, o que pode ser atribuído ao diferenciado regime de chuvas e ocupação humana entre vertentes.
- II. Nos riachos em que ocorre, encontramos um indivíduo de *Hylodes fredei* a cada 20 metros de calha, o que condiz com estudos anteriores da própria espécie e de outros hilodídeos.
- III. *Hylodes fredei* ocorreu em riachos entre 60 e 420 metros de altitude, porém com uma maior frequência de ocorrência em riachos entre 200 e 350 metros de altitude.
- IV. Tanto fatores físico-químicos (condutividade elétrica, intensidade de luz e umidade) quanto estruturais (disponibilidade de vegetação, galhos/troncos e areia) foram influentes na ocupação e abundância de *Hylodes fredei* por entre os riachos analisados. Tais fatores podem estar relacionados com a história natural da espécie, afetando na distribuição dos adultos e na escolha dos locais de desova.
- V. *Hylodes fredei* ocupou principalmente o habitat pedra, mesmo com a disponibilidade de outros habitats.

APÊNDICE A – Distância percorrida, número de registro de indivíduos de *Hylodes fredei* e número de riachos nas trilhas da Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, percorridas entre outubro de 2014 a outubro de 2015.

Trilha	Distância percorrida (Km)	Número de registros de <i>Hylodes fredei</i>	Número de Riachos	Registros de <i>Hylodes fredei</i> / Km	Riachos / Km de trilha
Araçatiba a Gruta do Acaiá	4,7	0	2	0	0,4
Araçatiba a Provetá	4,2	2	6	0,5	1,4
Araçatiba a Bananal	13,9	1	8	0,1	0,6
Bananal a Saco do Céu	3,4	2	9	0,6	2,6
Saco do Céu a Praia da Feiticeira	1,2	0	2	0	1,6
Praia da Feiticeira a Abraão	5,2	1	4	0,2	0,8
RAPELD Trilhas 10, 11 e 12	3,7	7	4	1,9	1,1
Abraão a Farol dos Castelhanos	7,5	1	10	0,1	1,3
Bico do Papagaio	4,0	5	7	1,3	1,8
Estrada	9,0	15	10	1,7	1,1
RAPELD Trilha 04	0,3	2	2	6,8	6,8
Caxadaço	3,2	15	11	4,7	3,4
Mãe D'água e Jararaca	1,6	5	4	3,1	2,5
Parnaioca	8,3	11	11	1,3	1,3
Praia do Sul a Lagoa do Sul	1,2	0	2	0	1,7
RAPELD Trilha O2	1,6	0	0	0	0
Aventureiro a Praia do Sul	1,6	0	1	0	0,6
Praia do Sul a Praia Longa	5,6	8	14	1,4	2,5
RAPELD Trilha O1	1,9	0	5	0	2,6
Total	82,1	75	112	0,9	1,4

APÊNDICE B – Vertente, trilha, coordenada em UTM, altitude acima do nível do mar (em metros) e presença (1) ou ausência (0) de *Hylodes fredi* em riachos que cortam as trilhas percorridas na Ilha Grande, RJ (continua)

Vertente	Trilha	Coordenadas	Altitude	Presença / ausência
Continental	Araçatiba a Gruta do Acaiá	23 K 567061 7438691	18	0
Continental	Araçatiba a Gruta do Acaiá	23 K 567030 7438649	30	0
Continental	Araçatiba a Provetá	23 K 567811 7438827	106	0
Continental	Araçatiba a Provetá	23 K 567824 7438725	129	0
Continental	Araçatiba a Provetá	23 K 567830 7438026	136	0
Continental	Araçatiba a Provetá	23 K 567809 7437624	137	1
Continental	Araçatiba a Provetá	23 K 567797 7437532	131	0
Continental	Araçatiba a Provetá	23 K 567625 7437267	113	0
Continental	Araçatiba a Tapera	23 K 569858 7440490	52	0
Continental	Vila da Praia Longa	23 K 570650 7441041	12	0
Continental	RAPELD Grade O1	23 K 570827 7440960	52	0
Continental	RAPELD Grade O1	23 K 570856 7440922	48	0
Continental	RAPELD Grade O1	23 K 570837 7440908	70	0
Continental	RAPELD Grade O1	23 K 570820 7440888	45	0
Continental	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570826 7440275	162	0
Continental	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570918 7440134	191	0
Continental	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 571062 7439850	221	1
Continental	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 571001 7439553	247	1
Continental	Tapera a Bananal	23 K 576772 7444036	12	0
Continental	Tapera a Bananal	23 K 576693 7443951	28	0
Continental	Tapera a Bananal	23 K 574664 7442632	60	0
Continental	Tapera a Bananal	23 K 576076 7443548	5	0
Continental	Tapera a Bananal	23 K 575804 7443399	4	0
Continental	Tapera a Bananal	23 K 573811 7441617	64	0
Continental	Tapera a Bananal	23 K 572891 7441074	9	0
Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 577745 7444353	129	0

Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 577895 7444234	149	1
Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 578536 7444476	236	1
Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 578543 7444517	240	0
Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 578786 7444622	229	0
Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 579059 7444744	204	0
Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 579137 7444729	176	0
Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 579534 7444817	155	0
Continental	Bananal a Saco do Céu	23 K 576772 7444036	101	0
Continental	Saco do Céu a Praia da Feiticeira	23 K 582083 7442787	0	0
Continental	Saco do Céu a Praia da Feiticeira	23 K 583134 7442394	41	0
Continental	Praia da Feiticeira a Abraão	23 K 583054 7442068	164	0
Continental	Praia da Feiticeira a Abraão	23 K 584870 7441625	14	0
Continental	Praia da Feiticeira a Abraão	23 K 584331 7441728	88	0
Continental	Praia da Feiticeira a Abraão	23 K 583186 7442490	55	0
Continental	RAPELD Trilha 10	23 K 583964 7440924	165	1
Continental	RAPELD Trilha 10	23 K 584048 7441131	127	0
Continental	RAPELD Trilha 11	23 K 583767 7440650	181	1
Continental	RAPELD Trilha 12	23 K 583024 7440168	349	1
Continental	Abraão a Pouso	23 K 586168 7440524	60	0
Continental	Abraão a Pouso	23 K 586487 7440547	110	0
Continental	Abraão a Pouso	23 K 587491 7440675	107	0
Continental	Abraão a Pouso	23 K 587767 7440638	72	0
Continental	Abraão a Pouso	23 K 588197 7439538	45	0
Continental	Abraão a Pouso	23 K 588184 7439352	23	0
Continental	Praia de Palmas	23 K 587988 7440512	10	0
Continental	Praia de Palmas	23 K 588085 7440155	11	0
Continental	Praia do Pouso	23 K 587890 7438939	14	0
Continental	Pouso a Farol dos Castelanos	23 K 588998 7438576	18	0
Continental	Bico do Papagaio	23 K 583950 7440069	295	1
Continental	Bico do Papagaio	23 K 583813 7439988	321	1

Continental	Bico do Papagaio	23 K 583649 7439884	152	1
Continental	Bico do Papagaio	23 K 583630 7439874	352	1
Continental	Bico do Papagaio	23 K 583610 7439863	351	0
Continental	Bico do Papagaio	23 K 583588 7439855	352	0
Continental	Bico do Papagaio	23 K 582494 7439066	864	0
Continental	Estrada	23 K 584981 7439353	267	1
Continental	Estrada	23 K 585028 7439376	268	1
Continental	Estrada	23 K 584959 7439428	239	0
Continental	Estrada	23 K 584522 7440169	132	1
Oceânica	Estrada	23 K 583228 7436702	36	0
Oceânica	Estrada	23 K 583489 7437071	80	1
Oceânica	Estrada	23 K 583511 7437236	100	0
Oceânica	Estrada	23 K 583531 7437471	130	1
Oceânica	Estrada	23 K 583956 7438078	280	0
Oceânica	RAPELD Trilha 04	23 K 583853 7437307	184	1
Oceânica	RAPELD Trilha 04	23 K 583894 7437263	172	1
Oceânica	Poço do Soldado	23 K 583539 7437647	155	1
Oceânica	Caxadaço	23 K 583246 7436553	28	0
Oceânica	Caxadaço	23 K 583285 7436544	35	0
Oceânica	Caxadaço	23 K 584101 7436564	11	0
Oceânica	Caxadaço	23 K 584101 7436564	117	0
Oceânica	Caxadaço	23 K 584334 7436640	119	1
Oceânica	Caxadaço	23 K 584439 7436659	130	1
Oceânica	Caxadaço	23 K 584620 7436708	114	1
Oceânica	Caxadaço	23 K 584886 7436969	160	0
Oceânica	Caxadaço	23 K 584954 7436972	162	1
Oceânica	Caxadaço	23 K 585159 7437040	140	1
Oceânica	Caxadaço	23 K 585620 7436972	18	0
Oceânica	Mãe D'água	23 K 581718 7435956	82	1
Oceânica	Jararaca	23 K 581655 7436089	129	1

Oceânica	Jararaca	23 K 581477 7436313	213	1
Oceânica	Jararaca	23K 581032 7436679	210	1
Oceânica	Parnaioca	23 K 582485 7435926	8	0
Oceânica	Parnaioca	23 K 581823 7435537	38	0
Oceânica	Parnaioca	23 K 581784 7435495	35	0
Oceânica	Parnaioca	23 K 580844 7435110	96	1
Oceânica	Parnaioca	23 K 580052 7434859	93	0
Oceânica	Parnaioca	23 K 579450 7434879	98	0
Oceânica	Parnaioca	23 K 579252 7434952	109	1
Oceânica	Parnaioca	23 K 579181 7434985	117	1
Oceânica	Parnaioca	23 K 578799 7434974	175	0
Oceânica	Parnaioca	23 K 578599 7434957	178	0
Oceânica	Parnaioca	23 K 578582 7434953	178	1
Oceânica	Praia do Sul a Lagoa do Sul	23 K 572883 7436997	13	0
Oceânica	Praia do Sul a Lagoa do Sul	23 K 572631 7437499	20	0
Oceânica	Aventureiro a Praia do Sul	23 K 570349 7436271	35	0
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570435 7436693	48	0
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570413 7436784	61	0
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570356 7437003	71	0
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570373 7437076	70	0
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570367 7437355	62	0
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570389 7437538	71	0
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570324 7437621	104	0
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570882 7438285	76	0
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 571047 7438763	166	1
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 571085 7438861	190	1
Total		112	35 (31,5%)	

APÊNDICE C – Vertente, trilha, coordenada em UTM e altitude acima do nível do mar de *Hylodes fredei* em atividade de canto em pontos próximos à trilha percorridas na Ilha Grande, RJ.

Vertente	Trilha	Coordenadas	Altitude
Continental	Praia da Feiticeira a Abraão	23 K 583386 7441869	151
Continental	Araçatiba a Tapera	23 K 571283 7441368	151
Continental	RAPELD Trilha 11	23 K 583220 7440731	383
Continental	RAPELD Trilha 11	23 K 583185 7440722	394
Continental	Pouso a Farol dos Castelanos	23 K 587592 7440697	101
Continental	RAPELD Trilha 11	23 K 583134 7440693	415
Continental	RAPELD Trilha 11	23 K 583561 7440610	265
Continental	Estrada	23 K 584582 7440268	118
Continental	Estrada	23 K 584529 7440183	159
Continental	Bico do Papagaio	23 K 584350 7440055	193
Continental	Bico do Papagaio	23 K 584523 7440043	147
Continental	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 570999 7439601	246
Continental	Estrada	23 K 585020 7439450	246
Continental	Estrada	23 K 584306 7438926	330
Oceânica	Praia Longa a Praia do Sul	23 K 571068 7438797	179
Oceânica	Estrada	23 K 584112 7438507	324
Oceânica	Estrada	23 K 583920 7438024	270
Oceânica	Estrada	23 K 583677 7437823	213
Oceânica	Estrada	23 K 583566 7437605	119
Oceânica	Estrada	23 K 583622 7437553	154
Oceânica	Estrada	23 K 583529 7437467	106
Oceânica	Caxadaço	23 K 585312 7437015	80
Oceânica	Caxadaço	23 K 585325 7437010	87
Oceânica	Caxadaço	23 K 585328 7437009	93
Oceânica	Caxadaço	23 K 584795 7436891	145
Oceânica	Caxadaço	23 K 584804 7436891	157
Oceânica	Caxadaço	23 K 584611 7436705	143
Oceânica	Caxadaço	23 K 584608 7436696	144
Oceânica	Caxadaço	23 K 584361 7436642	118
Oceânica	Caxadaço	23 K 584313 7436625	109
Oceânica	Caxadaço	23 K 583942 7436464	82
Oceânica	Jararaca	23 K 581636 7436146	137
Oceânica	Mãe D'água	23 K 581768 7436036	98
Oceânica	Parnaioca	23 K 581604 7435329	57
Oceânica	Parnaioca	23 K 581113 7435156	80
Oceânica	Parnaioca	23 K 579199 7434977	118
Oceânica	Parnaioca	23 K 580618 7434965	145
Oceânica	Parnaioca	23 K 580313 7434898	135
Oceânica	Parnaioca	23 K 580105 7434885	103
Oceânica	Parnaioca	23 K 577559 7434642	147

APÊNDICE D – Matriz de correlação de Pearson das variáveis abióticas dos riachos da Ilha Grande, Rio de Janeiro (continua)

	água	areia	briófita	folhiço	galhos_troncos	pedra	vegetação	pH	temp_água	condutividade
água	1.0									
areia	0.5*	1.0								
briófita	0.1	0.0	1.0							
folhiço	-0.4	0.2	-0.1	1.0						
galhos_troncos	-0.1	0.4	< 0.1	0.6*	1.0					
pedra	< 0.1	< 0.1	0.6*	-0.2	-0.1	1.0				
vegetação	< 0.1	0.2	0.1	0.6*	0.3	0.2	1.0			
pH	0.2	< 0.1	< 0.1	-0.2	-0.1	-0.4	-0.4	1.0		
temp_água	-0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	-0.2	0.2	0.1	-0.2	1.0	
condutividade	-0.2	0.2	-0.4	0.1	-0.1	-0.2	< 0.1	-0.2	0.3	1.0
temp_ar	0.2	0.3	< 0.1	-0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	0.0	0.6*	0.3
umidade	-0.2	-0.3	< 0.1	-0.2	0.5*	0.2	-0.2	-0.3	0.3	0.2
luz	0.4	0.1	0.2	-0.4	-0.3	0.3	-0.1	0.0	-0.1	-0.3
largura	0.1	-0.3	0.3	-0.2	-0.1	0.2	-0.1	0.3	-0.1	-0.4
correnteza	0.4	-0.1	0.3	-0.2	-0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	-0.2
profundidade	-0.1	-0.3	0.4	-0.2	-0.1	0.4	0.2	< 0.1	0.1	-0.4

(conclusão)

	temp_ar	umidade	luz	largura	correnteza	profundidade
temp_ar	1.0					
umidade	-0.3	1.0				
luz	0.2	-0.2	1.0			
largura	-0.1	-0.2	0.2	1.0		
correnteza	0.2	-0.1	0.3	0.4	1.0	
profundidade	-0.1	< 0.1	0.3	0.7*	0.3	1.0

Legenda: **água** = Disponibilidade de água (%) no riacho; **areia** = Disponibilidade de areia (%) no riacho; **briófita** = Disponibilidade de briófitas (%) no riacho; **condutividade** = Condutividade elétrica da água do riacho (μS); **correnteza** = Correnteza da superfície do riacho (m/s); **folhiço** = Disponibilidade de folhiço (%) no riacho; **galhos_troncos** = Disponibilidade de galhos e troncos (%) no riacho; **largura** = Largura da superfície do riacho (m); **luz** = Intensidade de luz (lux); **pedra** = Disponibilidade de pedras (%) no riacho; **pH** = pH da água do riacho; **profundidade** = Profundidade da porção mediana do riacho (cm); **temp_água** = Temperatura da água do riacho ($^{\circ}\text{C}$); **temp_ar** = Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$); **umidade** = Umidade relativa do ar (%); **vegetação** = Disponibilidade de vegetação (%) no riacho.; * = Variáveis com correlação igual ou superior a 0,5.

APÊNDICE E – Seleção de modelos de ocupação para *Hylodes fredei* na Ilha Grande, município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro, que se encontram acima do modelo nulo. Ajuste das estimativas = 0,24 e parâmetro de sobredispersão = 1,03 (continua)

Modelo	AIC	Δ AIC	AICw	n° parametros
Ψ (condutividade; luz; galhos_troncos)	32,07	0	0,14	5
Ψ (areia; umidade)	33,34	1,27	0,07	4
Ψ (vegetação; luz)	33,81	1,73	0,06	4
Ψ (briófitas; condutividade)	34,14	2,07	0,05	4
Ψ (areia; luz; vegetação)	34,14	2,07	0,05	5
Ψ (condutividade; luz; profundidade)	34,30	2,23	0,05	5
Ψ (galhos_troncos; condutividade)	34,49	2,42	0,04	4
Ψ (condutividade)	34,73	2,66	0,04	3
Ψ (água; condutividade)	35,00	2,92	0,03	4
Ψ (condutividade; profundidade)	35,12	3,05	0,03	4
Ψ (areia; condutividade)	35,13	3,05	0,03	4
Ψ (condutividade; correnteza)	35,15	3,08	0,03	4
Ψ (condutividade; largura)	35,58	3,51	0,02	4
Ψ (areia; condutividade; umidade)	35,86	3,79	0,02	5
Ψ (areia; condutividade; briófitas)	36,08	4,00	0,02	5
Ψ (folhíço; condutividade)	36,14	4,07	0,02	4
Ψ (areia; condutividade; galhos_troncos)	36,16	4,08	0,02	5
Ψ (temp_água; condutividade)	36,50	4,42	0,02	4
Ψ (areia; condutividade; correnteza)	36,56	4,49	0,01	5
Ψ (areia; condutividade; largura)	36,65	4,58	0,01	5
Ψ (areia; condutividade; profundidade)	36,87	4,79	0,01	5
Ψ (condutividade; umidade)	37,06	4,99	0,01	4
Ψ (pedra; condutividade)	37,06	4,99	0,01	4
Ψ (condutividade; temp_ar)	37,06	4,99	0,01	4
Ψ (briófitas; folhíço)	37,07	4,99	0,01	4
Ψ (pH; condutividade)	37,09	5,01	0,01	4
Ψ (vegetação; temp_água)	37,41	5,34	< 0,01	4
Ψ (areia; luz; temp_água)	37,53	5,45	< 0,01	5
Ψ (galhos_troncos; luz)	37,54	5,46	< 0,01	4
Ψ (areia; condutividade; folhíço)	37,59	5,52	< 0,01	5
Ψ (condutividade; luz)	37,66	5,59	< 0,01	4
Ψ (areia; condutividade; pH)	37,90	5,83	< 0,01	5
Ψ (condutividade; luz; umidade)	38,19	6,12	< 0,01	5
Ψ (pH; luz)	38,51	6,44	< 0,01	4
Ψ (condutividade; luz; temp_ar)	38,55	6,47	< 0,01	5
Ψ (areia; luz)	38,69	6,61	< 0,01	4
Ψ (vegetação; condutividade)	38,87	6,79	< 0,01	4
Ψ (areia; condutividade; temp_ar)	39,07	6,99	< 0,01	5
Ψ (areia; condutividade; temp_água)	39,07	6,99	< 0,01	5

Ψ (areia; condutividade; vegetação)	39,08	7,01	< 0,01	5
Ψ (condutividade; luz; temp_água)	39,14	7,07	< 0,01	5
Ψ (areia; luz; folhicho)	39,19	7,12	< 0,01	5
Ψ (condutividade; luz; briófitas)	39,39	7,31	< 0,01	5
Ψ (condutividade; luz; pedra)	39,47	7,39	< 0,01	5
Ψ (condutividade; luz; correnteza)	39,56	7,49	< 0,01	5
Ψ (luz; largura)	39,65	7,57	< 0,01	4
Ψ (temp_água; luz)	39,75	7,67	< 0,01	4
Ψ (condutividade; luz; pH)	39,75	7,68	< 0,01	5
Ψ (umidade; profundidade)	39,97	7,89	< 0,01	4
Ψ (luz)	40,03	7,96	< 0,01	3
Ψ (umidade; largura)	40,09	8,01	< 0,01	4
Ψ (água; luz)	40,31	8,23	< 0,01	4
Ψ (água; briófitas)	40,31	8,23	< 0,01	4
Ψ (areia; luz; umidade)	40,50	8,42	< 0,01	5
Ψ (areia; luz; temp_ar)	40,50	8,42	< 0,01	5
Ψ (areia; luz; pH)	40,50	8,42	< 0,01	5
Ψ (areia; luz; largura)	40,51	8,44	< 0,01	5
Ψ (areia; luz; correnteza)	40,61	8,54	< 0,01	5
Ψ (areia; luz; galhos_troncos)	40,80	8,73	< 0,01	5
Ψ (umidade; luz)	41,10	9,03	< 0,01	4
Ψ (luz; profundidade)	41,10	9,03	< 0,01	4
Ψ (briófitas; luz)	41,25	9,17	< 0,01	4
Ψ (briófitas; largura)	41,25	9,2	< 0,01	4
Ψ (vegetação)	41,25	9,35	< 0,01	3
Ψ (luz; correnteza)	41,25	9,65	< 0,01	4
Ψ (umidade; correnteza)	41,25	9,65	< 0,01	4
Ψ (temp_água; profundidade)	41,25	9,92	< 0,01	4
Ψ (areia; correnteza)	41,25	10,12	< 0,01	4
Ψ (briófitas; profundidade)	41,25	10,21	< 0,01	4
Ψ (temp_ar; luz)	41,25	10,22	< 0,01	4
Ψ (galhos_troncos; vegetação)	41,25	10,22	< 0,01	4
Ψ (briófitas; galhos_troncos)	41,25	10,22	< 0,01	4
Ψ (areia; pedra)	41,25	10,23	< 0,01	4
Ψ (água; profundidade)	41,25	10,23	< 0,01	4
Ψ (água; largura)	41,25	10,28	< 0,01	4
Ψ (vegetação; profundidade)	41,25	10,31	< 0,01	4
Ψ (umidade)	41,25	10,34	< 0,01	3
Ψ (areia)	41,25	10,50	< 0,01	3
Ψ (pedra)	41,25	10,60	< 0,01	3
Ψ (água; folhicho)	41,25	10,81	< 0,01	4
Ψ (briófitas; umidade)	41,25	10,84	< 0,01	4
Ψ (temp_água)	41,25	10,89	< 0,01	3
Ψ (vegetação; umidade)	41,25	10,93	< 0,01	4

Ψ (temp_água; umidade)	41,25	10,97	< 0,01	4
Ψ (areia; luz; profundidade)	41,25	11,03	< 0,01	5
Ψ (areia; vegetação)	41,25	11,18	< 0,01	4
Ψ (pedra; temp_água)	41,25	11,19	< 0,01	4
Ψ (pedra; luz)	41,25	11,35	< 0,01	4
Ψ (vegetação; pH)	41,25	11,35	< 0,01	4
Ψ (vegetação; temp_ar)	41,25	11,35	< 0,01	4
Ψ (areia; temp_ar)	41,25	11,35	< 0,01	4
Ψ (vegetação; largura)	41,25	11,35	< 0,01	4
Ψ (vegetação; correnteza)	41,25	11,35	< 0,01	4
Ψ (folhço; pedra)	41,25	11,4	< 0,01	4
Ψ (água; temp_água)	41,25	11,62	< 0,01	4
Ψ (água; pedra)	41,25	11,62	< 0,01	4
Ψ (areia; largura)	41,25	11,69	< 0,01	4
Ψ (folhço; umidade)	41,25	11,96	< 0,01	4
Ψ global	41,25	12,00	< 0,01	11
Ψ (temp_água; correnteza)	41,25	12,03	< 0,01	4
Ψ (água; vegetação)	41,25	12,14	< 0,01	4
Ψ (profundidade)	41,25	12,21	< 0,01	3
Ψ (areia; luz; pedra)	41,25	12,22	< 0,01	5
Ψ (areia; luz; briófitas)	41,25	12,22	< 0,01	5
Ψ nulo	41,25	12,25	< 0,01	2

Legenda: **AIC** = Critério de Akaike; **AIC_w** = Peso de Akaike; **Ψ** = ocupação; **água** = Disponibilidade de água (%) no riacho; **areia** = Disponibilidade de areia (%) no riacho; **briófita** = Disponibilidade de briófitas (%) no riacho; **condutividade** = Condutividade elétrica da água do riacho (μ S); **correnteza** = Correnteza da superfície do riacho (m/s); **folhço** = Disponibilidade de folhço (%) no riacho; **galhos_troncos** = Disponibilidade de galhos e troncos (%) no riacho; **largura** = Largura da superfície do riacho (m); **luz** = Intensidade de luz (lux); **pedra** = Disponibilidade de pedras (%) no riacho; **pH** = pH da água do riacho; **profundidade** = Profundidade da porção mediana do riacho (cm); **temp_água** = Temperatura da água do riacho ($^{\circ}$ C); **temp_ar** = Temperatura do ar ($^{\circ}$ C); **umidade** = Umidade relativa do ar (%); **vegetação** = Disponibilidade de vegetação (%) no riacho.