



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA  
CURSO DE MESTRADO EM ZOOLOGIA

**VARIAÇÃO NA DETECTABILIDADE E PADRÕES DE OCUPAÇÃO DE  
ANUROS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

**RONILDO ALVES BENÍCIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, área Ecologia e Conservação, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

**Orientadora: Profa. Dra. Ana Luisa  
Kerti Mangabeira Albernaz**

**Co-orientadora: Profa. Dra. Teresa  
Cristina Ávila Pires**

**BELÉM – PA**

**2015**

**RONILDO ALVES BENÍCIO**

**VARIAÇÃO NA DETECTABILIDADE E PADRÕES DE OCUPAÇÃO DE  
ANUROS NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, Área Ecologia e Conservação, do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zoologia.

**Orientadora: Profa. Dra. Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz**

**Co-orientadora: Profa. Dra. Teresa Cristina Ávila Pires**

**BELÉM – PA**

**2015**

## AGRADECIMENTOS

A minha mãe **Maria das Graças Alves Pereira** por todo o apoio e amor incondicional.

A minha orientadora **Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz** e minha co-orientadora **Teresa Cristina Ávila Pires** pelo apoio, oportunidade e principalmente, pelos ensinamentos.

Ao financiamento disponível: Edital MCT/CNPq/MEC/CAPES/FNDCT - Ação Transversal/FAPs Nº 47/2010 - **Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade** - SISBIOTA BRASIL.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico** (CNPq) pela bolsa de mestrado.

Ao apoio logístico do **ICMBio – Amapá**.

Aos meus amigos **Milton, Tanatos e Priscila** pelo companheirismo.

A **banca de qualificação** pela revisão e relevantes sugestões a este trabalho.

Aos professores Dr. **Ulisses Gallati**, Dr. **Rogério Rosa da Silva**, Dra. **Camila Chiamenti Both**, Dra. **Maria Cristina Santos Costa** e Dra. **Albertina Pimentel Lima** pela avaliação desta dissertação.

Aos **professores do Programa de Pós-graduação em Zoologia do MPEG/UFPA** pelos conhecimentos repassados.

Muito obrigado a todos!

**FORMATAÇÃO:**

A dissertação apresentada segue as exigências do Art. 74 do Regimento Interno do Programa de Pós-graduação em Zoologia do Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará.

## SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	6
Lista de Tabelas.....	7
<b>RESUMO</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>ARTIGO</b> .....	10
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>MÉTODOS</b> .....	14
Área de estudo.....	14
Delineamento amostral.....	15
Amostragem da anurofauna.....	16
Preparação e identificação do material coletado.....	16
Análise dos dados.....	17
<b>RESULTADOS</b> .....	18
<b>DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	30
Material Suplementar.....	37
Anexo.....	39

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Localização geográfica da área de estudo com o desenho amostral, estado do Amapá, Amazônia oriental.....	15
<b>Figura 2.</b> Distribuição de abundância das espécies registradas na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.....	19
<b>Figura 3.</b> Relação entre a distância do igarapé e a probabilidade de ocupação para (a) <i>Atelopus hoogmoedi</i> , (b) <i>Adenomera andreae</i> , c) <i>Leptodactylus rhodomystax</i> e d) <i>Pristimantis chiastonotus</i> , Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.....	20
<b>Figura 4.</b> Relação entre a distância do igarapé e a probabilidade de ocupação para (a) <i>Hypsiboas cineracens</i> , (b) <i>Hypsiboas geographicus</i> , (d) <i>Phyllomedusa vaillantii</i> e (d) <i>Osteocephalus taurinus</i> , Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.....	21
<b>Figura 5.</b> Probabilidade de detecção para cinco espécies de anuros. 1. <i>Phyllomedusa vaillantii</i> , 2. <i>Rhinella margaritifera</i> , 3. <i>Pristimantis chiastonotus</i> , 4. <i>Atelopus hoogmoedi</i> e 5. <i>Pristimantis marmoratus</i> , Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental. Linha horizontal escura representa a mediana e linha vertical pontilhada o erro padrão.....	24
<b>Figura 6.</b> Espécies de anfíbios anuros mais abundantes na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental. (A) <i>Rhinella margaritifera</i> , (B) <i>Hypsiboas cineracens</i> , (C) <i>Pristimantis chiastonotus</i> , (D) <i>Adenomera andreae</i> , (E) <i>Osteocephalus taurinus</i> , (F) <i>Phyllomedusa vaillantii</i> , (G) <i>Leptodactylus rhodomystax</i> , (H) <i>Pristimantis marmoratus</i> , (I) <i>Atelopus hoogmoedi</i> , (J) <i>Hypsiboas geographicus</i> .....	30

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Modelos que melhor se ajustaram aos dados para as 10 espécies analisadas.....	19
<b>Tabela 2.</b> Distribuição das 10 espécies de anuros analisadas nos sítios amostrados na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.....	22
<b>Tabela 3.</b> Probabilidade de ocupação para as 10 espécies de anuros analisadas na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.....	23
<b>Tabela 4.</b> Número de detecções para 10 espécies de anuros em quatro visitas, Floresta Nacional do Amapá, Amazônia Oriental.....	23
<b>Tabela 5.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Rhinella margaritifera</i> .....	37
<b>Tabela 6.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Hypsiboas cineracens</i> .....	37
<b>Tabela 7.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Phyllomedusa vaillantii</i> .....	37
<b>Tabela 8.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Osteocephalus taurinus</i> .....	37
<b>Tabela 9.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Adenomera andreae</i> .....	37
<b>Tabela 10.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Leptodactylus rhodomystax</i> .....	38
<b>Tabela 11.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Pristimantis chiastonotus</i> .....	38
<b>Tabela 12.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Pristimantis marmoratus</i> .....	38
<b>Tabela 13.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Atelopus hoogmoedi</i> .....	38
<b>Tabela 14.</b> Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para <i>Hypsiboas geographicus</i> .....	38

## RESUMO

A dificuldade em se encontrar padrões consistentes de distribuição nos estudos com anuros é frequente. No entanto, não sabemos quanto da dificuldade de detectar padrões é relacionada à baixa influência da variação ambiental na distribuição desses animais ou ao processo de amostragem. Para minimizar esse problema, a amostragem foi baseada na forma proposta em trabalhos de ocupação, que inclui visitas repetidas a cada um dos locais amostrados. Adotamos um desenho amostral que permite avaliar a influência de variáveis ambientais sobre os padrões de distribuição dos anuros levando em conta a influência da detectabilidade das espécies sobre esses padrões. Nossa hipótese é que há variação na probabilidade de detecção entre espécies de anuros, e em diferentes ocasiões para uma mesma espécie, e que essa variação pode ser importante nos modelos de ocupação de espécies. Testamos modelos de ocupação para as 10 espécies mais abundantes e avaliamos seu ajuste aos dados usando o Critério de Informação de Akaike (AIC) e o peso do Akaike (AICwgt). Para todas as espécies, entre os modelos que melhor se ajustam aos dados estão incluídos aqueles que têm probabilidade de ocupação influenciada pela distância do igarapé e cuja probabilidade de detecção varia entre os levantamentos realizados. Das 10 espécies analisadas oito incluíram a probabilidade de detecção entre os três modelos de melhor ajuste. Além disso, a probabilidade de detecção também variou entre as espécies, indicando que é importante que essas variações na detecção sejam consideradas na interpretação dos padrões de ocupação das espécies. Este é o primeiro trabalho, no Brasil, que analisa os padrões de distribuição de anuros levando-se em conta a probabilidade de detecção das espécies.

**Palavras-chave:** Anuros, Amazônia, Detectabilidade, Padrões de ocupação.



## ABSTRACT

Difficulty in finding strong distribution patterns in studies with frogs is frequent. However, we do not know how much of the difficulty in detecting patterns are related to the low influence of environmental variation in the distribution of the animals or to the sampling process itself. To minimize this problem, the sampling was based on the proposal form in occupation of studies, including repeated survey to each of the sampling occasions. This sample design allows to evaluate the influence of environmental variables on the distribution patterns of frogs taking into account the influence of the detectability of species on these patterns. Our hypothesis is that there is variation in the probability of detection among frogs species, and at different times for the same species, and that this variation may be important in models of occupancy of these species. We tested eight models for the 10 most abundant species and assess their fit to the data using the Akaike Information Criterion (AIC) and the weight of the Akaike (AICwgt). For all species, among the models that best fit the data its is included one that is likely to occupation influenced by the distance of the stream (variable "Dist") and whose probability of detection varies between surveys (variable "Survey"). Of the 10 species analyzed eight included the variable "Survey" between the three models of best fit. In addition, the probability of detection also varied among species, indicating that it is important that these variations in detection are considered when interpreting the occupancy patterns of species. This is the first work in Brazil, which analyzes the frogs distribution patterns taking into account the probability of detection of the species.

**Keywords:** Anurans, Amazonia, Detectability, Occupancy patterns.

Manuscrito submetido ao periódico Journal of Herpetology

**Variation in detectability and occupancy patterns of anurans in Eastern Amazonia**

Ronildo Alves Benício<sup>1\*</sup> and Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Zoologia UFPA-MPEG, Museu Paraense Emílio Goeldi, 66017-970, Belém, PA, Brazil.

<sup>2</sup> Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, 66017-970, Belém, PA, Brazil.

\* Corresponding author. E-mail: ronildo\_benicio@hotmail.com

**Abstract:** Difficulty in finding strong distribution patterns in studies with frogs is frequent. However, we do not know how much of the difficulty in detecting patterns are related to the low influence of environmental variation in the distribution of the animals or to the sampling process itself. To minimize this problem, the sampling was based on the proposal form in occupation of studies, including repeated survey to each of the sampling occasions. This sample design allows to evaluate the influence of environmental variables on the distribution patterns of frogs taking into account the influence of the detectability of species on these patterns. Our hypothesis is that there is variation in the probability of detection among frogs species, and at different times for the same species, and that this variation may be important in models of occupancy of these species. We tested eight models for the 10 most abundant species and assess their fit to the data using the Akaike Information Criterion (AIC) and the weight of the Akaike (AICwgt). For all species, among the models that best fit the data its is included one that is likely to occupation influenced by the distance of the stream (variable "Dist") and whose probability of detection varies between surveys (variable "Survey"). Of the 10 species analyzed eight included the variable "Survey" between the three models of best fit. In addition, the probability of detection also varied among species, indicating that it is important that these variations in detection are considered when interpreting the occupancy patterns of species. This is the first work in Brazil, which analyzes the frogs distribution patterns taking into account the probability of detection of the species.

**Keywords:** Anurans, Amazonia, Detectability, Occupancy patterns.

## INTRODUÇÃO

A dinâmica da diversidade e distribuição local das espécies constitui um desafio em ecologia, devido à complexidade dos fatores envolvidos (Souza & Eterovick 2011). Além disso, determinar quais fatores influenciam a distribuição da biota continua sendo um dos problemas mais persistentes e controversos em ecologia (Cushman & Mcgarigal 2003). Os padrões de distribuição refletem associações entre as espécies e seu ambiente (Urbina-Cardona *et al.* 2006, Bastazini *et al.* 2007, Tinoco *et al.* 2013), sendo influenciados tanto pela heterogeneidade do hábitat (Tews *et al.* 2004) como por interações bióticas entre as espécies (Hero *et al.* 1998, Eterovick 2003). Além disso, os padrões de distribuição das espécies também refletem padrões históricos, como por exemplo, centro de origem e barreiras à dispersão (Ricklefs & Renner 2012, Smith *et al.* 2014, Dias-Terceiro *et al.* 2015).

A idéia de que as características ecológicas locais determinam a diversidade local tem sido dominante por décadas (e.g. Blake & Karr 1987, Soulé *et al.* 1992, Cushman & Mcgarigal 2003, Tinoco *et al.* 2013). No entanto, tornou-se cada vez mais claro que a diversidade de espécies e as relações entre essas espécies e seus ambientes são influenciadas por múltiplos fatores que atuam em múltiplas escalas (Turner 1989, Wiens 1989, Turner & Gardner 1991, Cushman & Mcgarigal 2004b). Porém, ainda há muita discussão sobre as escalas de amostragem mais adequadas para a análise das relações entre variáveis ambientais e organismos (Levin 1992, Hammer & Hill 2000, Holland *et al.* 2004, 2005, Schooley 2006). De qualquer forma, algumas variáveis locais, como complexidade estrutural, disponibilidade de recursos, estrutura da vegetação e topografia são considerados importantes para a distribuição de espécies de diferentes grupos taxonômicos (Tuomisto *et al.* 1995, Downes *et al.* 1998b, Gaston 2000, Jellinek *et al.* 2004, Lennon *et al.* 2004, Tews *et al.* 2004, Cintra *et al.* 2013, Tinoco *et al.* 2013).

Em florestas tropicais, compreender o efeito desses fatores é essencial para dar suporte a ações de gestão e políticas de conservação (Raupp & Cintra 2011). Nessas regiões, os anfíbios representam um grupo diverso e suscetível às alterações ambientais. No Brasil são registradas 988 espécies de anfíbios anuros (Segalla *et al.* 2014). Somente na região Amazônica, são conhecidas 287 espécies (Hoogmoed & Galatti 2014), o que representa 29% de todas as espécies de anfíbios anuros do Brasil.

Especificamente para a Amazônia Brasileira, estudos recentes têm demonstrado a influência de variáveis ambientais sobre as comunidades de anuros, principalmente relacionadas à topografia e tipo de solo, heterogeneidade ambiental e ambientes ripários (Menin *et al.* 2007, Menin *et al.* 2011, Ribeiro Jr. *et al.* 2012, Rojas-Ahumada *et al.* 2012). Entretanto, nenhum desses estudos levou em consideração o efeito das diferenças nas probabilidades de detecção entre as espécies, o que pode levar a incertezas quanto aos padrões detectados (Solla *et al.* 2005), uma vez que a ausência de uma espécie em um local pode ser relacionada ao fato de não ter sido detectada embora tenha condições de ocupar aquele ambiente. Uma das formas de contornar essa dificuldade é amostrar mais vezes um mesmo sítio a fim de detectar a possibilidade de serem ocupados por espécies de encontros fortuitos.

Considerar as diferenças na detectabilidade das espécies é particularmente importante, pois o fato de não se encontrar um indivíduo em um determinado local não implica em ausência (MacKenzie 2005, MacKenzie & Kendall 2002, MacKenzie *et al.* 2002). Além disso, deixar de considerar as diferenças na detecção de probabilidades pode resultar em diferenças significativas em falsas taxas de ocupação do local, comprometendo a interpretação dos padrões encontrados, dificultando o encontro de padrões ou indicando padrões errôneos (Solla *et al.* 2005).

Uma característica comum dos conjuntos de dados ecológicos é a sua tendência em conter muitos valores zero. A inferência estatística com base em tais dados é susceptível a erros ou pouca efetividade (Martin *et al.* 2005). Observações por causa de erros de amostragem ou de observação no decorrer da coleta de dados farão com que a inflação do zero apresente um viés nas estimativas dos parâmetros e suas medidas associadas à incerteza dos dados. Quando a base de dados é incompleta, os valores em falta ou são tratados como evidência de ausência, ou os dados para locais sem informação são excluídos (Margules *et al.* 2002); existe a necessidade de uma maior certeza de quais valores são de fato zeros estruturais (ausência real da espécie no sítio amostrado para que não haja perda significativa de informações).

MacKenzie *et al.* (2002) descreveram uma abordagem para comparar mudanças temporais em sítios de ocupação quando a probabilidade de detecção é menor que 30%. Vários

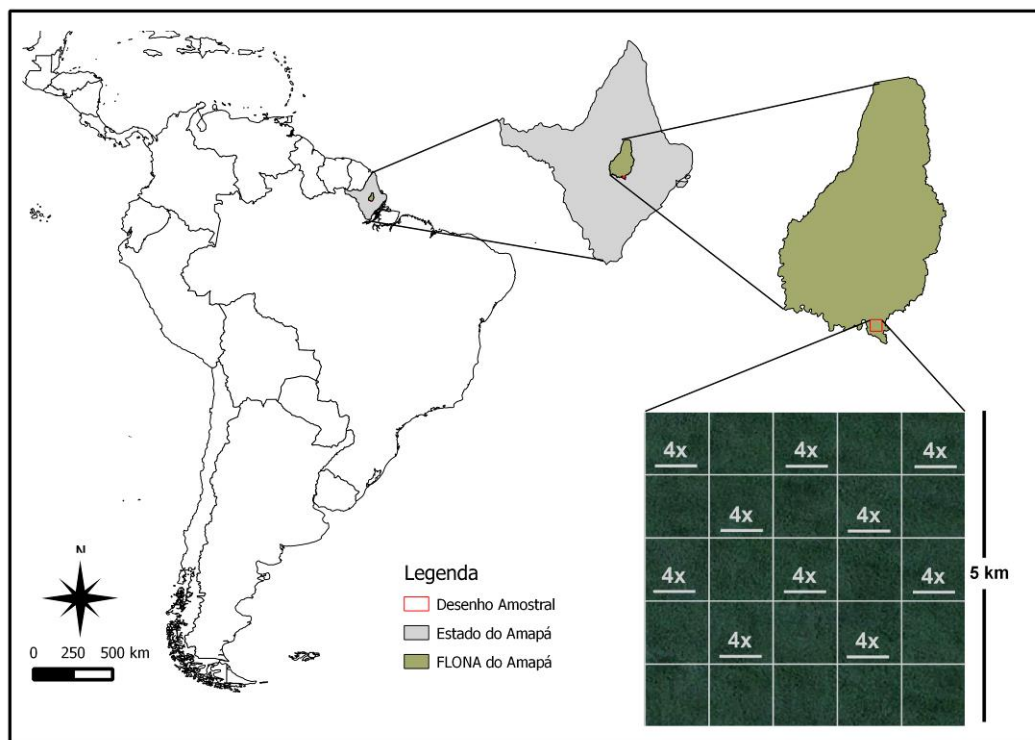
programas de monitoramento de anfíbios estão usando essa abordagem para examinar as diferenças na ocupação de anuros levando em conta as probabilidades de detecção (Bridges & Dorcas 2000, Crouch & Paton 2002, Paszkowski *et al.* 2002, Genet & Sargent 2003, Weir *et al.* 2003, Solla *et al.* 2005). Muitas dessas pesquisas envolvem monitoramento de anuros adultos machos e grande parte do foco das mesmas centrou-se na utilização destes levantamentos para estimativas de ocupação local das espécies e contagens do tamanho das populações locais. Todos estes estudos têm demonstrado que as probabilidades de detecção para todas as espécies analisadas têm sido baixas e que, dependendo do tempo e do período de amostragem, os padrões de ocupação encontrados mudam.

Neste trabalho aplicamos um desenho de amostragem baseado em modelos de ocupação (MacKenzie *et al.* 2002, Tyre *et al.* 2003), que inclui visitas repetidas nos locais amostrados, e com isso, avaliamos a influência de variáveis ambientais sobre os padrões de ocupação dos anuros levando em conta a influência da probabilidade de detecção das espécies. Para isso, realizamos amostragens repetidas em um mesmo sítio de amostragem em uma área de Floresta Amazônica. Em seguida, testamos quais modelos melhor se ajustaram ao histórico de ocorrência de dez das espécies mais abundantes encontradas. Nossa hipótese é de que as espécies de anfíbios têm padrões de detecção distintos, e que isso pode afetar a interpretação de seus padrões de ocupação.

## **MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Realizamos o estudo na Floresta Nacional do Amapá no município de Ferreira Gomes, estado do Amapá (Figura 1). A FLONA do Amapá forma um grande maciço (412 mil ha) de floresta tropical úmida, com predominância de terra firme, e apresenta-se bastante preservada, com acesso viável apenas via fluvial, a partir do rio Araguari. A FLONA é limitada à leste pelo rio Falsino, à oeste pelo rio Araguari, ao norte pelo rio Mutum, e ao sul, sua porção mais acessível, pela confluência do Araguari e o Falsino. A área de estudo tem baixas altitudes, entre 50 e 160 metros.



**Figura 1.** Localização geográfica da área de estudo com o desenho amostral, estado do Amapá, Amazônia oriental. Os valores 4x representam as quatro amostragens feitas em cada transecto.

### **Delineamento amostral**

Utilizamos trilhas da grade do Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBio da Floresta Nacional do Amapá. Em cada trilha de 5 km escolhemos transectos de 1 km distantes 1 km entre si, totalizando 10 transectos. Cada transecto foi percorrido quatro vezes durante o período de amostragem. Como as variáveis ambientais variam muito ao longo de um transecto, optamos por analisar se a ocupação das espécies estavam relacionadas a trechos em que as condições ambientais eram relativamente homogêneas. Dessa forma, os históricos de ocorrência das espécies foram construídos por trecho (subamostras de 250 metros) para cada dia de levantamento para cada espécie. Para verificar se existia efeito da autocorrelação espacial ao usar as subamostras inserimos uma variável referente à amostra (os transectos) na matriz relativa às variáveis ambientais.

### **Amostragem da anurofauna**

Realizamos uma única expedição de 40 dias para a área de coleta no período das chuvas mais intensas na FLONA do Amapá (fevereiro e março de 2014). Empregamos o método de Busca Ativa Visual (Crump & Scott 1994), que consiste no deslocamento a pé, lento, nas trilhas pré-existentes, com procura visual. Utilizamos apenas o método de Busca Ativa Visual (BAV) pela maior confiabilidade nos dados coletados uma vez que a identificação deste grupo não é fácil sem a coleta dos espécimes e a identificação por meio de outros métodos como a vocalização de machos depende da experiência e capacidade de percepção do observador. A BAV é mais eficaz em habitats com boa visibilidade. Útil para dados de presença / ausência; apropriado para as tendências da população, enquanto viés de amostragem é consistente ao longo do espaço e do tempo (Crump & Scott 1994).

Durante as quatro ocasiões (visitas) cada transecto foi amostrado nos períodos diurno e noturno, com o objetivo de amostrar o maior número possível de espécies na comunidade. Apesar de a maioria das espécies de anuros ser noturna, um número razoável de espécies diurnas pode ser encontrado em qualquer área de floresta na região amazônica. O esforço de procura correspondeu a 8 horas-pessoa/dia para cada transecto. Desta forma, cada transecto teve o mesmo esforço amostral de 32 horas-pessoa, totalizando 320 horas-pessoa para os 10 transectos.

Registramos para cada indivíduo capturado e/ou avistado em formulário previamente preparado, as seguintes informações: espécie, local, distância ao longo do transecto, coordenadas geográficas e data. Coletamos também características ambientais da área de estudo (altitude e distância de igarapés) para as análises. As variáveis foram medidas a cada 250 metros, totalizando quatro medidas ao longo de 1 km. Como o tempo de deslocamento até as parcelas foi grande e a cada dia eram vistoriados pelo menos dois transectos, selecionamos algumas variáveis ambientais para maximizar o estudo de campo. Priorizamos um menor número de variáveis ambientais em detrimento de um grande número de variáveis que provavelmente apresentariam colinearidade. Além disso, como as variáveis selecionadas são preditoras úteis para distribuição de anuros (Menin *et al.* 2011, Ribeiro Jr. *et al.* 2012) assumimos que também são adequadas para testar nossa hipótese.



### **Preparação e identificação do material coletado**

Acondicionamos os animais coletados em sacos plásticos, acompanhados com vegetação local. Posteriormente, os exemplares foram mortos por superdosagem de anestésico (Lidocaína líquida a 10%), fixados em solução de formol a 10%, etiquetados com número de campo e preservados em solução de álcool a 70%. Depositamos os exemplares na Coleção Herpetológica do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Todas as espécies foram identificadas pelo Pesquisador Dr. Marinus Steven Hoogmoed (MPEG).

### **Análise dos dados**

Como amostramos variáveis ambientais relacionadas aos trechos e não às ocasiões de amostragem dos espécimes, construímos os históricos de ocorrência dos indivíduos por trecho (subamostras de 250 metros) para cada dia de levantamento para cada espécie. Utilizamos o programa PRESENCE versão 2.0 (Hines 2004) para estimar a ocorrência de espécies quando a probabilidade de detecção é menor que um (Mackenzie *et al.* 2002).

Como todos os levantamentos foram realizados em um curto período de tempo, trabalhamos com modelos de estação única (single season), os quais assumem ausência de alterações populacionais durante o estudo (migrações, natalidade ou mortalidade). Utilizamos a plataforma R (R Core Team, 2014) para gerar as figuras. As probabilidades de detecção e ocupação de anuros foram avaliadas em relação a três variáveis: distância de Igarapé, altitude e repetição dos levantamentos. Nesta etapa incluímos uma variável de amostragem (os transectos) para analisar se havia um efeito da unidade amostral sobre as probabilidades de ocupação.

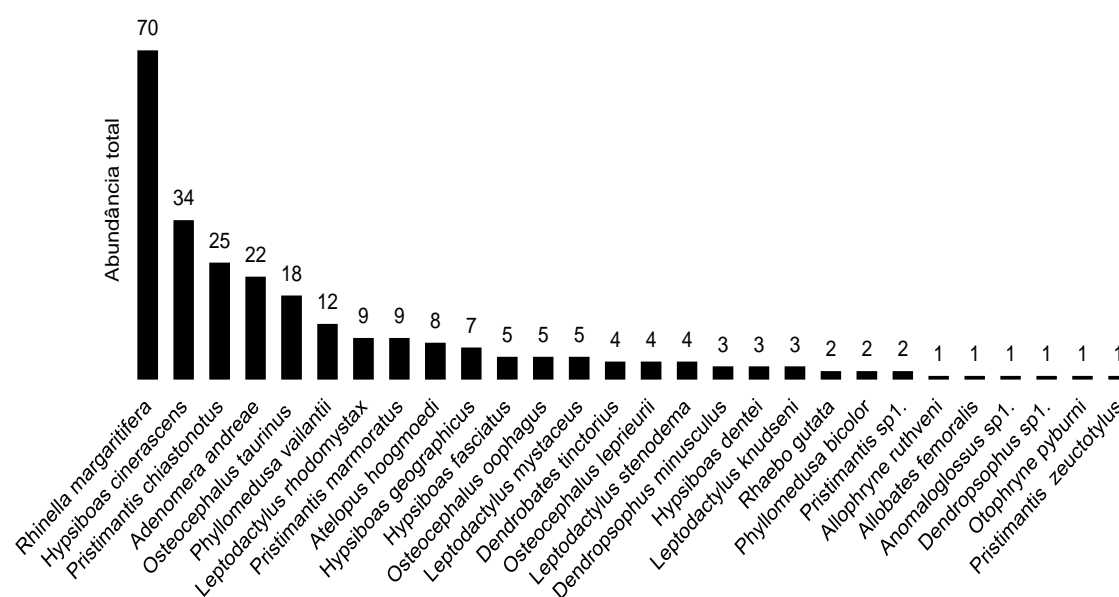
Nos modelos de ocupação foram usadas as variáveis locais (distância de Igarapé e altitude), que não variam ao longo do tempo e são específicas para cada trecho do transecto, bem como uma variável de amostragem (repetição das visitas), específica para cada visita ao transecto. A inclusão de variáveis ambientais (distância de Igarapé e altitude) nesses modelos permite analisar quais as espécies respondem à variação ambiental.

Algumas variáveis podem influenciar tanto a probabilidade de detecção quanto ocupação. Desta forma, desenvolvemos modelos simples, com significado biológico e baseados em

hipóteses pré-definidas. Assumimos que uma variável tem uma importância relativamente alta se a mesma ocorre na maioria ou em todos modelos selecionados. Testamos oito modelos para cada espécie (Tabela 1, Material Suplementar) e avaliamos seu ajuste aos dados usando o Critério de Informação de Akaike (AIC), que leva em conta o valor de verossimilhança penalizado pelo número de parâmetros do modelo (Burnhan & Anderson 2002). Os modelos de melhor ajuste (baixo valor de AIC) foram utilizados para obter as estimativas das probabilidades de detecção e de ocupação.

## RESULTADOS

Registramos 28 espécies de anfíbios anuros, pertencentes a 20 gêneros e oito famílias. Utilizamos as 10 espécies mais abundantes (*Rhinella margaritifera*, *Hypsiboas cinerascens*, *Pristimantis chiastonotus*, *Adenomera andreae*, *Osteocephalus taurinus*, *Phyllomedusa vaillantii*, *Leptodactylus rhodomystax*, *Pristimantis marmoratus*, *Atelopus hoogmoedi* e *Hypsiboas geographicus*; Figura 6) para testar modelos de ocupação (Tabela 1).



**Figura 2.** Distribuição de abundância das espécies registradas na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.

Para todas as espécies, entre os modelos que melhor se ajustaram aos dados estão incluídos aqueles que têm probabilidade de ocupação [psi(.)] influenciada pela distância do igarapé (variável "Dist") e cuja probabilidade de detecção [p(.)] varia entre os levantamentos (variável "Visita"). Das dez espécies analisadas oito apresentaram a variável "Visita" entre os

três modelos de melhor ajuste. *Rhinella margaritifera* e *Pristimantis marmoratus* apresentaram probabilidade de ocupação constante (Tabela 1).

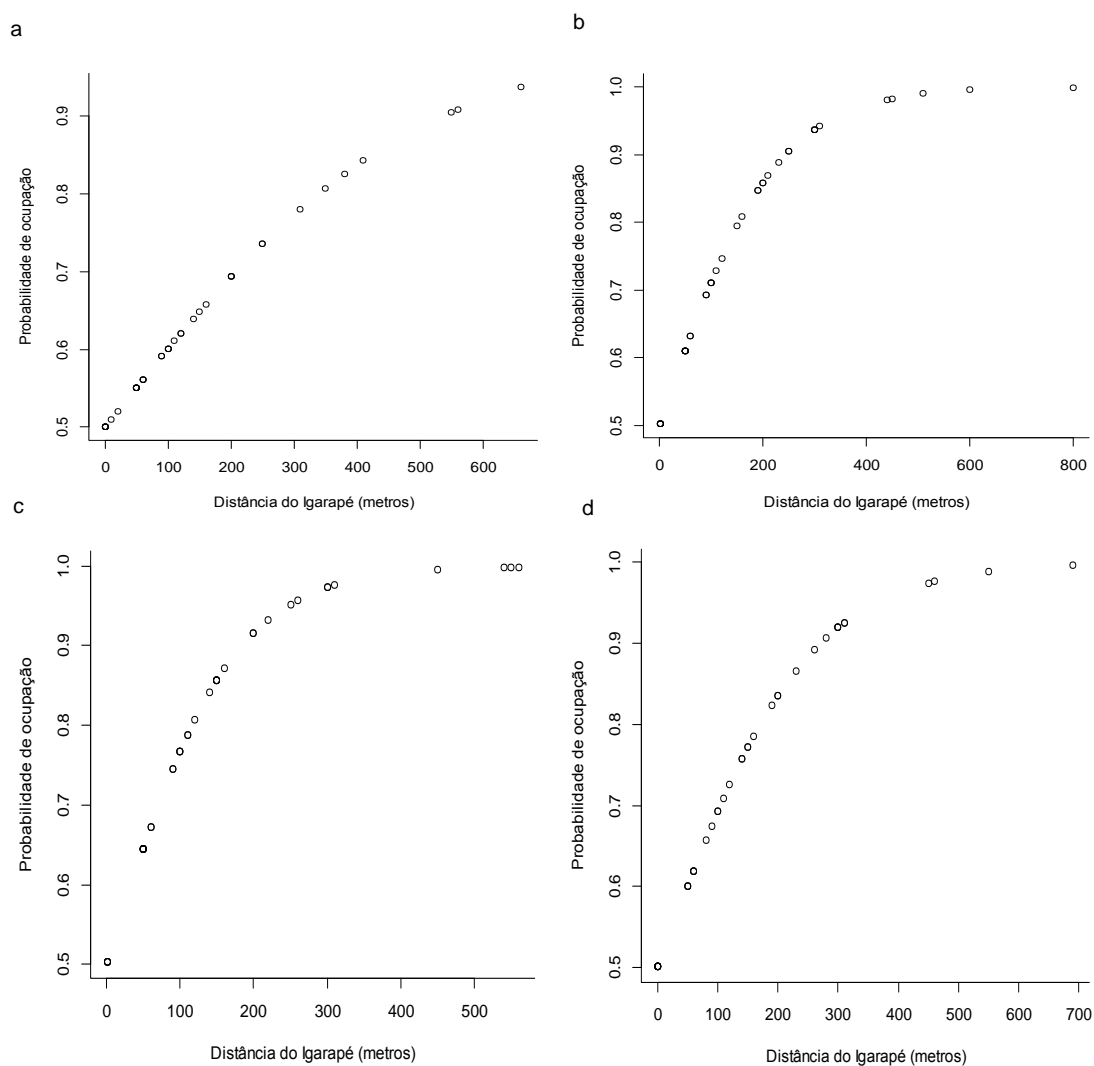
**Tabela 1.** Modelos que melhor se ajustaram aos dados para as 10 espécies analisadas.

Espécies	Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt	R <sup>2</sup>
<i>Atelopus hoogmoedi</i>	psi(Dist),p(Visit)	65.2	0.00	0.22	0.97
	psi(.),p(Visit)	65.3	0.10	0.21	0.22
	psi(Alt),p(Visit)	65.3	0.10	0.21	0.29
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	psi(Dist),p(Visit)	70.0	0.00	0.45	0.96
	psi(Dist+Alt),p(Visit)	71.8	1.88	0.17	0.96
	psi(Alt),p(Visit)	71.9	1.91	0.17	0.16
<i>Hypsiboas geographicus</i>	psi(Dist),p(.)	45.8	0.00	0.36	0.90
	psi(.),p(.)	46.6	0.81	0.24	0.00
	psi(Alt),p(.)	47.1	1.29	0.19	0.04
<i>Hypsiboas cineracens</i>	psi(Dist),p(.)	75.9	0.00	0.29	0.88
	psi(Dist+Alt),p(.)	76.3	0.40	0.24	0.88
	psi(Dist),p(Visit)	77.3	1.34	0.15	0.89
<i>Pristimantis chiastonotus</i>	psi(Dist),p(Visit)	116	0.00	0.36	0.86
	psi(Alt),p(Visit)	117	0.76	0.24	0.14
	psi(.),p(Visit)	117	0.98	0.22	0.53
<i>Adenomera andreae</i>	psi(Dist),p(.)	108	0.00	0.41	0.75
	psi(Dist+Alt),p(.)	109	0.92	0.26	0.75
	psi(Dist+Alt),p(Visit)	111	2.69	0.10	0.75
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	psi(Dist),p(.)	59.8	0.00	0.21	0.72
	psi(Dist),p(Visit)	60.3	0.42	0.17	0.74
	psi(Dist+Alt),p(.)	60.6	0.80	0.14	0.72
<i>Osteocephalus taurinus</i>	psi(Dist+Alt),p(.)	97.8	0.00	0.35	0.56
	psi(Alt),p(.)	98.9	1.10	0.20	0.04
	psi(.),p(.)	98.9	1.10	0.20	0.00
<i>Pristimantis marmoratus</i>	psi(.),p(Visit)	65.3	0.00	0.23	0.35
	psi(Alt),p(Visit)	65.3	0.00	0.23	0.23
	psi(Dist),p(Visit)	65.6	0.27	0.20	0.98
<i>Rhinella margaritifera</i>	psi(.),p(Visit)	177	0.00	0.28	<0.01
	psi(Alt),p(Visit)	178	1.08	0.16	0.10
	psi(Dist),p(Visit)	178	1.08	0.16	0.01

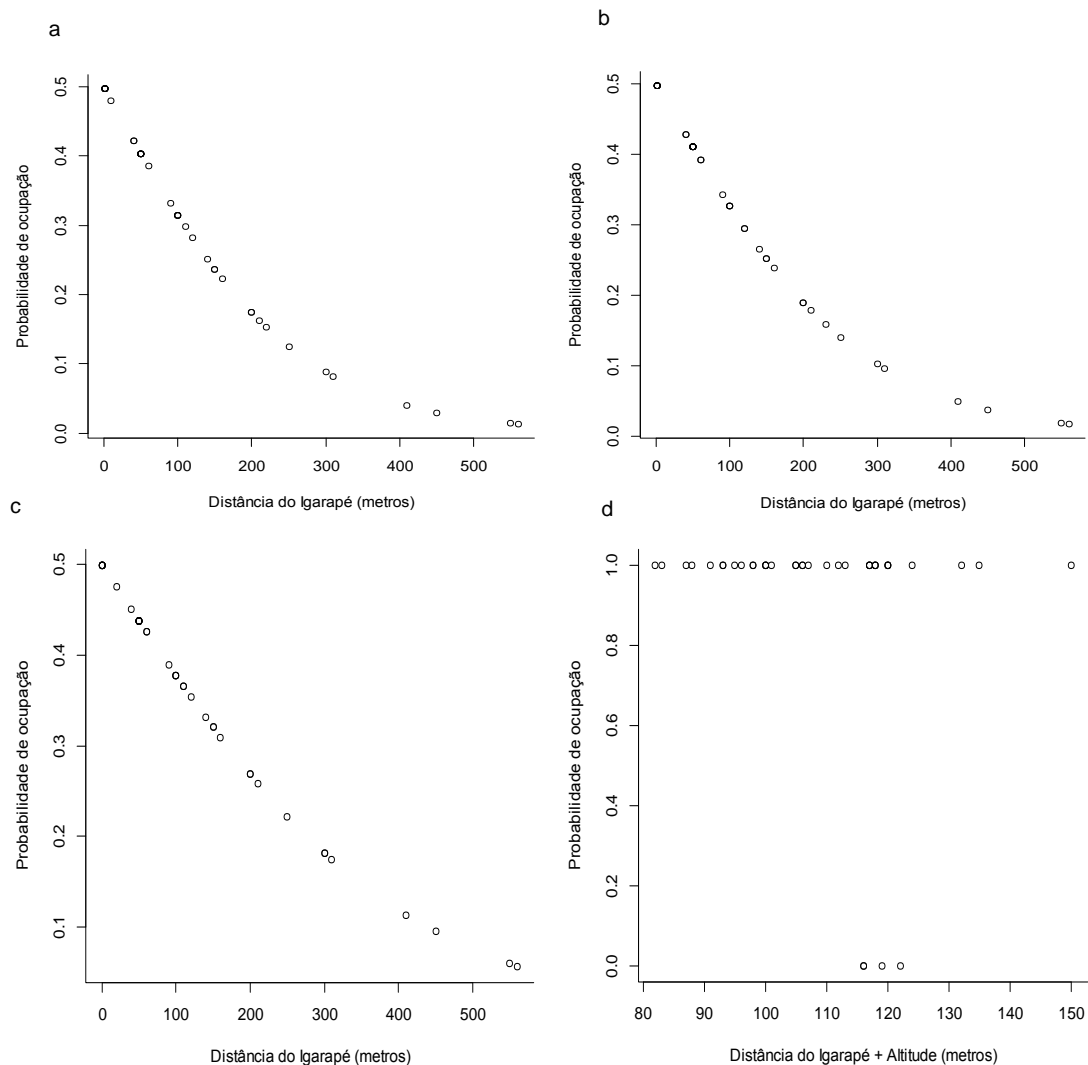
AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; R<sup>2</sup> = R quadrado.

Para nenhuma das espécies houve um modelo claramente superior aos demais ( $\Delta$ AIC  $\geq$  2,0 ou AICwgt  $\geq$  0,90). Entretanto, o peso dos três melhores modelos somados variou entre 53% para *Leptodactylus rhodomystax* e 83% para *Pristimantis chiastonotus*, indicando que as variáveis utilizadas nestes modelos respondem mais fortemente às probabilidades de ocorrência e detecção das espécies, quando comparadas aos modelos testados.

Para *Atelopus hoogmoedi*, *Adenomera andreae*, *Leptodactylus rhodomystax* e *Pristimantis chiastonotus* a probabilidade de ocupação foi influenciada positivamente pela distância do igarapé (Figura 3). Por outro lado, a probabilidade de ocupação de *Hypsiboas cineracens*, *Hypsiboas geographicus* e *Phyllomedusa vaillantii* foi influenciada negativamente pela distância do igarapé. *Osteocephalus taurinus* foi a única espécie em que a altitude foi incluída nos modelos com melhor ajuste (Figura 4).



**Figura 3.** Relação entre distância do igarapé e probabilidade de ocupação para (a) *Atelopus hoogmoedi*, (b) *Adenomera andreae*, c) *Leptodactylus rhodomystax* e d) *Pristimantis chiastonotus*, na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.



**Figura 4.** Relação entre distância do igarapé e a probabilidade de ocupação para (a) *Hypsiboas cineracens*, (b) *Hypsiboas geographicus*, (c) *Phyllomedusa vaillantii* e (d) *Osteocephalus taurinus*, na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.

A maioria das espécies analisadas ( $n = 9$  spp.) ocorreu em mais de 50% dos sítios amostrados, sendo que quatro espécies (*Rhinella margaritifera*, *Pristimantis chiastonotus*, *Leptodactylus andreae* e *Osteocephalus taurinus*) ocorrem em todos os sítios. Apenas *Hypsiboas geographicus* ocorreu em menos de 50% dos transectos amostrados (Tabela 2). As estimativas de ocupação “naive” (estimativa mais conservadora da proporção de locais em que a espécie pode ser detectada) foi baixa apresentando valores menores que 0.40. Por outro lado, a probabilidade de ocupação para a maioria das espécies foi alta ( $>0.6$ ). Por exemplo, *Pristimantis marmoratus*, *Osteocephalus taurinus*, *Leptodactylus rhodomystax*, *Adenomera andreae*, *Rhinella margaritifera* e *Pristimantis chiastonotus* apresentaram probabilidade de

ocupação superior a 0.7 (Tabela 3). Nesses casos, espera-se que a espécie ocorra em sete dos 10 sítios amostrados. Além disso, *Pristimantis marmoratus*, registrada em seis dos sítios amostrados (Tabela 2), apresentou probabilidade de ocupação igual a 1 (Tabela 3), indicando que a espécie deve ocorrer em pelo menos mais quatro sítios.

Quanto à detectabilidade, duas espécies (*Hypsiboas geographicus* e *Osteocephalus taurinus*) apresentaram probabilidade de detecção constante. Para as demais espécies houve uma variação na probabilidade de detecção intraespecífica e interespecífica entre as visitas realizadas. A probabilidade de detecção foi nula em algumas visitas para *Atelopus hoogmoedi*, *Pristimantis marmoratus*, *Rhinella margaritifera* e *Leptodactylus rhodomystax*. As maiores probabilidades de detecção foram registradas para *Phyllomedusa vaillantii* (0.47), *Rhinella margaritifera* (0.39), *Pristimantis chiastonotus* (0.37), *Hypsiboas cinerascens* (0.29) e *Adenomera andreae* (0.28) (Tabela 3).

**Tabela 2.** Distribuição das 10 espécies de anuros analisadas nos sítios amostrados na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.

Espécies	Sítios amostrados									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
<i>Rhinella margaritifera</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Hypsiboas cineracens</i>	X		X	X	X	X		X	X	X
<i>Pristimantis chiastonotus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Adenomera andreae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Osteocephalus taurinus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>		X	X	X	X	X	X		X	X
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	X		X			X		X		X
<i>Pristimantis marmoratus</i>	X	X			X	X		X		X
<i>Atelopus hoogmoedi</i>	X		X	X	X		X	X		
<i>Hypsiboas geographicus</i>		X		X		X	X			

**Tabela 3.** Probabilidade de ocupação para as 10 espécies de anuros analisadas na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental.

Espécies	Probabilidade de detecção				Estimativa de ocupação naive *	Probabilidade de ocupação **
	Visita1	Visita2	Visita3	Visita4		
<i>P. marmoratus</i>	0.03	0.07	0.00	0.19	0.20	1.00
<i>O. taurinus</i>	0.09	0.09	0.09	0.09	0.32	0.90
<i>L. rhodomystax</i>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.17	0.78
<i>A. andreae</i>	0.14	0.14	0.14	0.14	0.37	0.75
<i>R. margaritifera</i>	0.39	0.15	0.21	0.39	0.62	0.74
<i>P. chiastonotus</i>	0.13	0.03	0.13	0.37	0.40	0.73
<i>A. hoogmoedi</i>	0.07	0.19	0.00	0.03	0.20	0.63
<i>P. vaillantii</i>	0.00	0.13	0.06	0.47	0.22	0.35
<i>H. geographicus</i>	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.31
<i>H. cineracens</i>	0.18	0.18	0.18	0.18	0.25	0.30

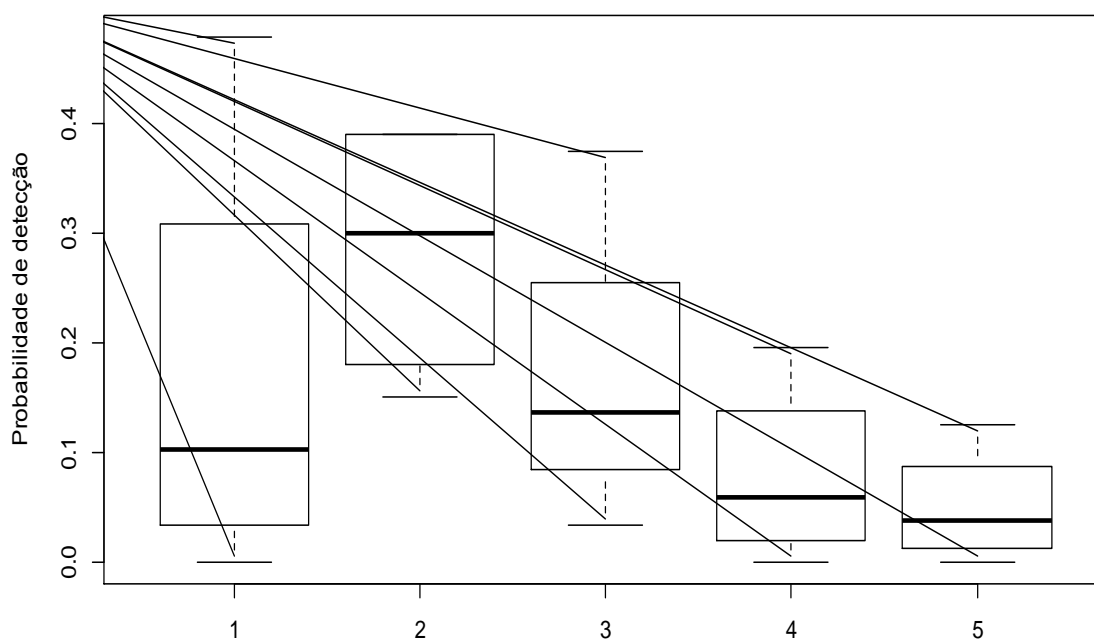
\* Estimativa mais conservadora da proporção de locais em que a espécie pode ser detectada. \*\* Estimativas obtidas a partir do melhor modelo de ocupação para cada espécie.

Para todas as espécies, houve um aumento no número de detecções a partir da segunda e quarta coleta; duas espécies (*Phyllomedusa vaillantii* e *Leptodactylus rhodomystax*) não foram detectadas com apenas uma coleta, embora presentes no sítio amostrado (Tabela 4). Cada transecto recebeu o mesmo esforço amostral em todas as quatro visitas. Como em cada visita amostramos um transecto nos dois períodos não foi possível analisar a influência do período de amostragem na detectabilidade das espécies. Além disso, das 10 espécies analisadas, embora *Adenomera andreae* também possa ser encontrado durante o dia, apenas *Atelopus hoogmoedi* é considerada estritamente diurna.

**Tabela 4.** Número de detecções para 10 espécies de anuros em quatro visitas, Floresta Nacional do Amapá, Amazônia Oriental.

Espécies	Número de detecções / Visitas			
	V1	V2	V3	V4
<i>Rhinella margaritifera</i>	7	5	5	7
<i>Hypsiboas cineracens</i>	1	3	1	4
<i>Pristimantis chiastonotus</i>	3	1	3	9
<i>Adenomera andreae</i>	3	4	2	5
<i>Osteocephalus taurinus</i>	3	3	2	5
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	0	2	1	7
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	0	3	1	2
<i>Pristimantis marmoratus</i>	1	2	0	5
<i>Atelopus hoogmoedi</i>	1	4	0	1
<i>Hypsiboas geographicus</i>	1	2	1	2
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>16</b>	<b>47</b>

Utilizamos cinco espécies (*Phyllomedusa vaillantii*, *Rhinella margaritifera*, *Pristimantis chiastonotus*, *Atelopus hoogmoedi* e *Pristimantis marmoratus*) em que o primeiro modelo incluiu a Visita na probabilidade de detecção como o de melhor ajuste para criar um gráfico da  $p(.)$  dos indivíduos entre visitas (Figura 5). A probabilidade de detecção foi baixa onde os valores das medianas para a maioria das espécies analisadas foi por volta de 0.1, o que significa que em cada 10 amostragens realizadas a probabilidade de detectar uma espécie é de apenas uma vez. Por outro lado, a probabilidade de detecção de *Rhinella margaritifera* foi maior (0.3), provavelmente pela maior abundância da espécie ( $n = 70$  spp.) na área amostrada. Outro fato que chama atenção é que *Phyllomedusa vaillantii* apresentou uma grande variação na detectabilidade (Figura 5). Isso ocorre porque esta espécie está intimamente associada com corpos d'água para reprodução; nosso estudo demonstra que modelos que incluem distância do igarapé na probabilidade de ocupação para *P. vaillantii* têm melhor ajuste, incluindo o maior valor de AICwgt = 0.45 (Tabela 1).



**Figura 5.** Probabilidade de detecção para cinco espécies de anuros. 1. *Phyllomedusa vaillantii*, 2. *Rhinella margaritifera*, 3. *Pristimantis chiastonotus*, 4. *Atelopus hoogmoedi* e 5. *Pristimantis marmoratus*, Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental. Linha horizontal escura representa a mediana e linha vertical pontilhada o erro padrão.



## DISCUSSÃO

Nosso trabalho demonstra que a variação na detectabilidade de anuros em uma área de Floresta Amazônica influenciou os padrões de ocupação em uma escala local. A probabilidade de detectar uma espécie de interesse é sempre inferior a um. Logo, a probabilidade de detecção torna-se uma questão importante em estudos de ocupação como alguns sítios classificados como desocupados, mas que de fato, estão ocupados (as espécies de interesse não foram detectadas, conhecido como “zero amostral”; MacKenzie *et al.* 2002). Portanto, as probabilidades de ocupação das espécies podem ser um reflexo das probabilidades de detecção. A baixa probabilidade de detecção resultou em uma falsa taxa nula de ocupação local. Dessa forma, os padrões encontrados podem ser um reflexo da heterogeneidade de detecção das espécies e sua ocorrência em determinado ambiente pode não representar a influência de uma variação ambiental, mas sua probabilidade de detecção e ocupação local.

As variáveis ambientais utilizadas neste trabalho também foram usadas em outros estudos com anfíbios na Amazônia Central (Menin *et al.* 2011, Ribeiro Jr. *et al.* 2012, Rojas-Ahumada *et al.* 2012). Entretanto, os padrões de ocupação para as espécies analisadas aqui foram diferentes dos encontrados nesses estudos. Das 10 espécies que analisamos apenas três (*Hypsiboas cineracens*, *Hypsiboas geographicus* e *Phyllomedusa vaillantii*) apresentaram padrão de ocupação esperado. Estas espécies exibem reprodução claramente dependente d'água (Lima *et al.* 2006) e apresentam uma maior probabilidade de ocupação próximo a corpos d'água, que é um padrão geral para a maioria das espécies de anfíbios anuros (Duellman & Trueb 1994).

A distância do igarapé foi considerado o melhor preditor para a ocorrência de espécies de anfíbios anuros na Amazônia Central (Menin *et al.* 2011), com um aumento na distância resultando em uma diminuição no número de indivíduos. A influência da distância de corpos d'água também foi evidenciada nos estudos de Ribeiro Jr. *et al.* (2012) e Rojas-Ahumada *et al.* (2012) com diferenças no número de indivíduos em áreas ripárias e não ripárias. Entretanto, nestes estudos o poder explicativo das variáveis ambientais foi baixo ( $R^2 = 0.32$  e  $R^2 = 0.24$ , respectivamente). A influência de variáveis ambientais sobre comunidades de anuros nem sempre são preditoras significativas da incidência de espécies. A estruturação da comunidade

de anuros pode ser determinada exclusivamente por fatores espaciais (Ernst e Rödel 2008). Nesse sentido, é provável que a maior abundância de indivíduos próxima aos corpos d'água deva-se a sua maior probabilidade de ocupação. Logo, não sabemos ainda dizer se os padrões de distribuição de anfíbios anuros estão respondendo às variações conspícuas do ambiente, como áreas alagadas ou se as variáveis ambientais estariam, de fato, limitando ou predizendo a ocorrência das espécies. Dessa forma, as espécies que não dependem de corpos d'água para a reprodução poderiam ser um bom modelo a ser considerado.

Espécies dependentes de igarapés para sua reprodução como, por exemplo, *Leptodactylus rhodomystax* e *Atelopus hoogmoedi* (Lima *et al.* 2006, Luger *et al.* 2009) apresentaram neste estudo probabilidade de ocupação maior em locais mais distantes do igarapé. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que a área estudada tem uma grande quantidade de poças d'água temporárias e permanentes o que possibilitaria uma maior distribuição espacial dessas espécies com um maior número de nichos para reprodução. Nesse caso, as áreas ripárias utilizadas não limitariam a ocorrência destas espécies.

As probabilidades de ocupação neste estudo foram bem superiores as encontradas por Zipkin *et al.* (2012). Esses autores, usando modelos hierárquicos para estimar as probabilidades de ocupação de anfíbios em diferentes áreas úmidas (alagados temporário, semitemporário e permanente) demonstraram que o hidroperíodo (o período de tempo que uma área possui água) foi o fator mais importante na determinação de ocupação. A probabilidade de ocupação encontrada por estes autores variou de 0.07 a 0.72, sendo que das 12 espécies analisadas nove (75%) apresentaram probabilidade de ocupação inferior a 0.5. A diferença significativa entre as probabilidades de ocupação encontradas neste estudo (variação de 0.30 a 1.00, sendo que 60% das espécies apresentaram probabilidade de ocupação superior a 0.70) e de Zipkin *et al.* (2012) provavelmente deve-se ao fato de que todos os igarapés analisados neste estudo são permanentes. Segundo os mesmos autores, houve um aumento expressivo nas probabilidades de ocupação para todas as espécies entre os diferentes tipos de áreas úmidas, sendo que as áreas alagadas permanentes apresentaram maiores taxas de ocupação.

Esta variação da probabilidade de ocupação é comumente associada com características específicas das espécies (Solla *et al.* 2005). *Hypsiboas geographicus*, por exemplo, pode

ocorrer tanto no interior quanto na borda da floresta, mas como as fêmeas depositam seus ovos na água (Lima *et al.* 2006), a probabilidade de ocupação foi maior próximo de poças próximas a igarapés. Além disso, as características dos habitats específicos do local podem influenciar as estimativas de ocupação local de anuros (Bailey *et al.* 2004). Algumas espécies, como *Atelopus hoogmoedi*, são mais sensíveis à extensão, à condição e variação do habitat circundante ao seu local de reprodução (Gooch *et al.* 2006); esta espécie ocorre em baixa densidade e apresenta forte fidelidade ao sítio de ocupação (Luger *et al.* 2009).

Embora a disponibilidade local de reprodução tenha grande influência na ocupação e persistência de espécies em habitats (Menin *et al.* 2011), espécies que possuem outros modos reprodutivos e que não dependem exclusivamente de corpos d'água para reprodução requerem uma maior atenção aos resultados já que seus padrões de ocupação podem não ser influenciados pelas variáveis ambientais. No trabalho de Ribeiro Jr. *et al.* 2012 o padrão de distribuição de *Adenomera andreae* não esteve relacionado com a presença de corpos d'água. Segundo Lima *et al.* 2006 esta espécie é terrestre e os machos normalmente escavam buracos no solo, onde a fêmea deposita os ovos em um ninho de espuma. Nossos dados indicam que *Pristimantis marmoratus* também não foi influenciada por características ambientais locais, apresentando probabilidade constante de ocupação. Dessa forma, quando se analisa padrões em comunidades, diferenças específicas das espécies e suas probabilidades de detecção e ocupação podem não detectar padrões além do óbvio.

Estes resultados demonstram que diferenças específicas das espécies não devem ser negligenciadas quando padrões de ocupação em anuros são analisados, pois podem alterar drasticamente os resultados. Landeiro *et al.* (2014), avaliando se as espécies com reprodução aquática seriam mais dependentes das condições ambientais do que espécies de reprodução terrestre, demonstraram que as espécies apresentaram um padrão espacial mais forte do que o induzido por fatores ambientais.

Quanto à detectabilidade, houve uma baixa probabilidade de detecção ( $\pm 0.1$ ) para a maioria das espécies analisadas neste estudo, o que pode subestimar as taxas de ocupação local, incluindo também espécies mais abundantes em uma comunidade. Por exemplo, um único evento de coleta cobrindo 10 sítios não permitiu a detecção de duas espécies

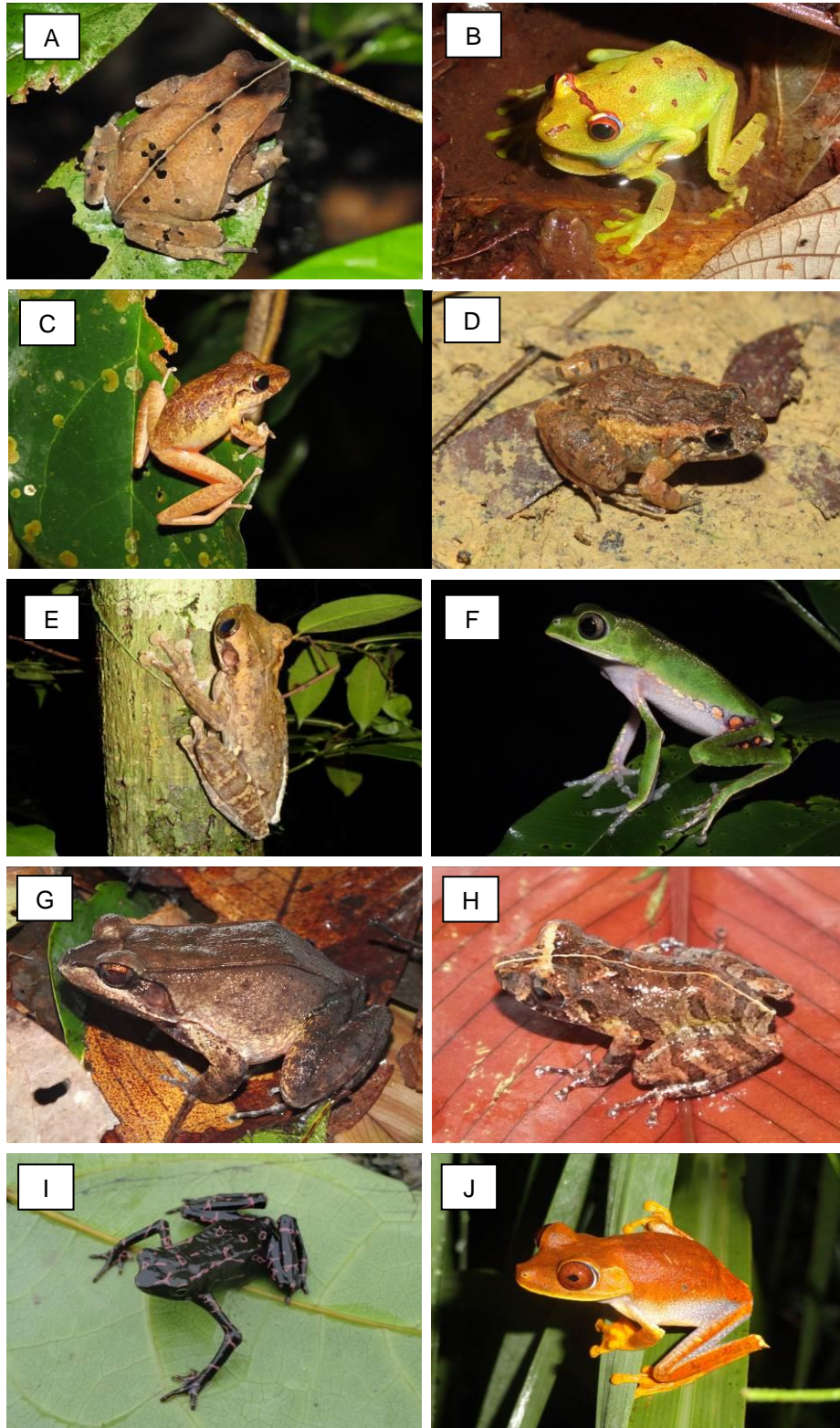
(*Phyllomedusa vaillantii* e *Leptodactylus rhodomystax*) que são de médio porte. Adicionalmente, três eventos de coleta também resultaram em zero amostral para outras espécies (*Atelopus hoogmoedi* e *Pristimantis marmoratus*). Falhas na detecção de espécies quando estão presentes em um sítio não são incomuns em levantamentos de campo (Gu & Swihart 2004).

Diferenças de detecção das espécies podem gerar interpretações muito pontuais ou mesmo anular os padrões em comunidades, uma vez que os padrões observados são um reflexo da heterogeneidade na ocupação das espécies, e representam a influência de uma ou poucas espécies detectadas. Por outro lado, como apenas duas variáveis ambientais foram analisadas e apenas as visitas foram utilizadas nos modelos de detecção acreditamos que outros preditores podem ser importantes para explicar diferenças na detecção das espécies entre visitas. De qualquer forma, o contraste entre a alta probabilidade de ocupação ( $>0.70$ ) para a maioria das espécies ( $n = 6$  spp.), sendo que uma (*Pristimantis chiastonotus*) apresentou probabilidade de ocupação máxima e a baixa probabilidade de detecção (média de 0.10) também para a maioria das espécies, demonstra a importância de quantificar explicitamente a incerteza na detecção das espécies e para dar conta de falsos negativos no conjunto de dados e maior suporte na ocorrência local das espécies nos sítios amostrados.

Embora o problema de detecção seja bem reconhecido (Bailey *et al.* 2002, Genet & Sargent 2003, Weir *et al.* 2003, Solla *et al.* 2005), poucos estudos têm examinado os fatores que afetam a probabilidade de detecção (Kery 2002, Mckenzie *et al.* 2002, Royle & Nichols 2003, Gu & Swihart 2004). Até o momento, no Brasil nenhum trabalho com anfíbios foi publicado sobre o tema, sendo urgente métodos que levem em conta os padrões de ocupação de anuros e a probabilidade de detecção das espécies, para o uso em protocolos de coleta. Além do mais, ainda há pouca compreensão em ecologia de como os padrões de biodiversidade podem emergir dos padrões de distribuição de espécies individuais (Lennon *et al.* 2004).

O amplo uso de variáveis ambientais para estudos de comunidades podem levar a conclusões errôneas sobre os efeitos ecológicos quando comparado a dados sobre padrões de distribuição de espécies individuais. Nesse sentido, é imperativo incluir falsas taxas de

ocupação local ou a baixa detectabilidade das espécies em análises de estrutura de comunidades. Nossos resultados são relevantes para o desenvolvimento de estratégias de monitoramento, uma vez que demonstramos a necessidade de se levar em consideração nas análises tanto as espécies que respondem fortemente a variação ambiental quanto àquelas que não apresentam necessidades restritivas para a reprodução ou probabilidades de ocupação mais ampla.



**Figura 6.** Espécies de anfíbios anuros mais abundantes na Floresta Nacional do Amapá, Amazônia oriental. (A) *Rhinella margaritifera*, (B) *Hypsiboas cineracens*, (C) *Pristimantis chiastonotus*, (D) *Adenomera andreae*, (E) *Osteocephalus taurinus*, (F) *Phyllomedusa vaillantii*, (G) *Leptodactylus rhodomystax*, (H) *Pristimantis marmoratus*, (I) *Atelopus hoogmoedi*, (J) *Hypsiboas geographicus*.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio logístico do ICMBio - Amapá. Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pela autorização para coleta (Nº 32994-3). Ao financiamento disponível: Edital MCT/CNPq/MEC/CAPES/FNDCT - Ação Transversal/FAPs Nº 47/2010 - Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade - SISBIOTA BRASIL. A Pesquisadora Dra. Teresa Cristina Ávila Pires pela revisão e relevantes sugestões. R.A.B. agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado, e ao Pesquisador Dr. Marinus Steven Hoogmoed pela identificação das espécies.

## LITERATURA CITADA

- BASTAZINI, C. V., MUNDURUCA, J. F. V., ROCHA, P. L. B. E. & NAPOLI, M. F. 2007. Which environmental variables better explain changes in anuran community composition? A case study in the restinga of mata de São João, Bahia, Brazil. *Herpetologica* 63:459-471.
- BAILEY, L. L., SIMONS, T. R. & POLLOCK, K. H. 2004. Estimating detection probability parameters for *Plethodon* salamanders using the robust capture-recapture design. *Journal of Wildlife Management* 68:1-13.
- BRIDGES, A. S. & DORCAS, M. E. 2000. Temporal variation in anuran calling behavior: implications for surveys and monitoring programs. *Copeia* 2000:587-592.
- CINTRA, R., MAGNUSSON, W. E. & ALBERNAZ, A. 2013. Spatial and temporal changes in bird assemblages in forest fragments in an eastern Amazonian savannah. *Ecology and Evolution* 3(10):3249-3262.
- CROUCH III, W.B., PATON, P.W.C. 2002. Assessing the use of call surveys to monitor breeding anurans in Rhode Island. *Journal of Herpetology* 36:185-192.
- CRUMP, M. A. & SCOTT JR. N. J. 1994. Visual Encounter Visits. Pp. 84-92. In HEYER, W. R., DONNELLY, M. A., MCDIARMID, R. W. L., HAYEK, C., FOSTER, M. S. (Eds.). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington.
- CUSHMAN, S. A. & MCGARIGAL, K. 2003. Landscape-level patterns of avian diversity in the Oregon Coast Range. *Ecological Monographs* 73(2):259-281.

- CUSHMAN, S. A. & MCGARIGAL, K. 2004b. Patterns in the species-environment relationship depend on both scale and choice of response variables. *Oikos* 105:117-124.
- DIAS-TERCEIRO, R. G., KAEFER, I. L., de FRAGA, R., ARAUJO, M. C. de, SIMOES, P. I. & LIMA, A. P. A Matter of Scale: Historical and Environmental Factors Structure Anuran Assemblages from the Upper Madeira River, Amazonia. *Biotropica* 0(0): 1-8 2015.
- DOWNES, B. J., LAKE, P. S., SCHREIBER, E. S. G. & GLAISTER, A. 1998b. Habitat structure and regulation of local species diversity in a stony, upland stream. *Ecological Monographs* 68:237-257.
- DUELLMAN W. E. & TRUEB, L. 1994. *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London. 670 pp.
- ERNST, R. & RODEL, M. O. 2008. Patterns of community composition in two tropical tree frog assemblages: separating spatial structure and environmental effects in disturbed and undisturbed forests. *Journal of Tropical Ecology* 24:111-120.
- ETEROVICK, P. C. 2003. Distribution of anuran species among montane streams in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 19:129-228.
- GASTON, K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220-227.
- GENET, K. & SARGENT, L. G. 2003. Evaluation of methods and data quality from a volunteer-based amphibian call survey. *Wildlife Society Bulletin* 31:703-714.
- GOOCH, M. M., HEUPEL, A. M., PRICE, S. J. & DORCAS, M. E. 2006. The effects of survey protocol on detection probabilities and site occupancy estimates of summer breeding anurans. *Applied Herpetology* 3:129-142.
- GU, W. & SWIHART, R. K. 2004. Absent or undetected? Effects of non-detection of species occurrence on wildlife-habitat models. *Biological Conservation* 116:195-203.
- HERO, J. M., GASCON, C. & MAGNUSSON, W. E. 1998. Direct and indirect effects of predation on tadpole community structure in the Amazon rainforest. *Australian Journal of Ecology* 23:474-482.
- HINES, J. E. 2004. PRESENCE 2.0, *Software to compute estimates of patch occupancy rates and related parameters*. In USGS - PWRC.



- HOOGMOED, M. & GALATTI, U. 2014. *O censo da biodiversidade: anfíbios*. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/censo/>. Acessado em: 20/03/2015.
- HOLLAND, J. D., BERT, D. G. & FAHRIG, L. 2004. Determining the spatial scale of species response to habitat. *BioScience* 54:229-235.
- HOLLAND, J. D., FAHRIG, L. & CAPPUCCINO, N. 2005. Body size affects the spatial scale of habitat beetle interactions. *Oikos* 110:101-108.
- JELLINEK, S., DRISCOLL, D. A. & KIRKPATRICK, J. B. 2004. Environmental and vegetation variables have a greater influence than habitat fragmentation in structuring lizard communities in remnant urban bushland. *Austral Ecology* 29:294-304.
- JONES, M. M., TUOMISTO, H., CLARK, D. B. & OLIVAS, P. 2006. Effects of mesoscale environmental heterogeneity and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. *Journal of Ecology* 94:181-195.
- LANDEIRO, V. L., WALDEZ, F. & MENIN, M. 2014. Spatial and environmental patterns of Amazonian anurans: Differences between assemblages with aquatic and terrestrial reproduction, and implications for conservation management. *Natureza & Conservação* 12(1):42-46.
- LENNON, J. J., KOLEFF, P., GREENWOOD, J. J. D. & GASTON, K. J. 2004. Contribution of rarity and commonness to patterns of species richness. *Ecology Letters* 7:81-87.
- LEVIN, S. A. 1992. The Problem of Pattern and Scale in Ecology. *Ecology* 73:1943-1967.
- LIMA, A., MAGNUSSON, W. E., MENIN, M., ERDTMANN, L. K., RODRIGUES, D. J., KELLER, C. & HODL, W. 2006. *Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke - Amazônia Central*. Manaus. 168 pp.
- MACKENZIE, D. I. 2005. Was it there? Dealing with imperfect detection for species presence/absence data. *Australian and New Zealand Journal of Statistics* 47(1):65-74.
- MACKENZIE, D. I. & KENDALL, W. L. 2002. How should detection probability be incorporated into estimates of relative abundance? *Ecology* 83(9):2387-2393.
- MACKENZIE, D. I., NICHOLS, J. D., LACHMAN, G. B., DROEGE, S., ROYLE, J. A. & LANGTIMM, C. A. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology* 83(8):2248-2255.

- MAGURRAN, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd, Oxford. 215 pp.
- MENIN, M., LIMA, A. P., MAGNUSSON, W. E. & WALDEZ, F. 2007. Topographic and edaphic effects on the distribution of terrestrially reproducing anurans in Central Amazonia: mesoscale spatial patterns. *Journal Tropical of Ecology* 23:539-47.
- MENIN, M., WALDEZ, F. & LIMA, A. P. 2011. Effects of environmental and spatial factors on the distribution of anuran species with aquatic reproduction in central Amazonia. *Herpetological Journal* 21:255-261.
- MARGULES, C. R., PRESSEY, R. L. & WILLIAMS, P. H. 2002. Representing biodiversity: data and procedures for identifying priority areas for conservation. *Journal of Bioscience* 27:309-326.
- MARTIN, T. G., WINTLE, B. A., RHODES, J. R. KUHNERT, P. M., FIELD, S. A., LOW-CHOY, S. J., TYRE, A. J. & POSSINGHAM, H. P. 2005. Zero tolerance ecology: improving ecological inference by modelling the source of zero observations. *Ecology Letters* 8:1235-1246.
- PASZKOWSKI, C. A., SCRIMGEOUR, G., GINGRAS, B. A. & KENDALL, S. 2002. A comparison of techniques for assessing amphibian assemblages on streams in the western boreal forest. *Canadian Field-Naturalist* 116:116-119.
- RAUPP, S. V. & CINTRA, R. 2011. Influence of a topographic gradient on the occurrence, abundance and composition of nine species of palms (Arecaceae) in the Central Amazon. *Neotropical Biology and Conservation* 6(2):124-130.
- R Core Team. 2014. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RIBEIRO Jr. J. W., LIMA, A. P. & MAGNUSSON, W. E. 2012. The Effect of Riparian Zones on Species Diversity of Frogs in Amazonian Forests. *Copeia* 3:375-381.
- RICKLEFS, R. E. & RENNER, S. S. 2012. Global correlations in tropical tree species richness and abundance reject neutrality. *Science* 335:464-467.
- ROJAS-AHUMADA, D. P., LANDEIRO, V. L. & MENIN, M. 2012. Role of environmental and spatial processes in structuring anuran communities across a tropical rain forest. *Austral Ecology* 37:865-873.

- SCHOOLEY, R. L. 2006. Spatial heterogeneity and characteristic scales of species-habitat relationships. *BioScience* 56:533-537.
- SEGALLA, M. V., CARAMASCHI, U., CRUZ, C. A. G., GARCIA, P., GRANT, C. A. T., HADDAD, C. F. B. & LANGONE, J. 2014. *Brazilian amphibians - List of species*. Accessible at <http://www.sbherpetologia.org.br>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Captured on 19 January 2015.
- SOLLA, S. R., SHIROSE, L. J., FERNIE, K. J., BARRET, G., BROUSSEAU, C. C. S. & BISHOP, C. A. 2005. Effect of sampling effort and species detectability on volunteer based anuran monitoring programs. *Biological Conservations* 121:585-594.
- SOUZA, A. M. & ETEROVICK, P. C. 2011. 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* 27:1023-1036.
- SMITH, B. T., MCCORMACK, J. E., CUERVO, A. M., HICKERSON, M. J., ALEIXO, A., CADENA, C. D., PEREZ-EMAN, J., BURNEY, C. W., XIE, X., HARVEY, M. G., FAIRCLOTH, B. C., GLENN, T. C., DERRYBERRY, E. P., PREJEAN, J., FIELDS, S. & BRUMFIELD, R. T. 2014. The drivers of tropical speciation. *Nature* 515:406-409.
- TEWS, J., BORSE, U., GRIMM, V., TIELBORGER, K., WICHMANN, M. C., SCHWAGER, M. & JELTSCH, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of key stone structures. *Journal of Biogeography* 31:79-92.
- TINOCO, B. A., ASTUDILLO, P. X. LATA, S. C., STRUBBE, D. & GRAHAM, C. H. 2013. Influence of Patch Factors and Connectivity on the Avifauna of Fragmented *Polylepis* Forest in the Ecuadorian Andes. *Biotropica* 0(0):1-10.
- TUOMISTO, H., RUOLOLAINEN, K., KALLIOLA, R., LINNA, A., DANJOY, W. & RODRIGUEZ, Z. 1995. Dissecting Amazonian biodiversity. *Science* 269(5220):63-66.
- TYRE, A. J., TENHUMBERG, B., FIELD, S. A., NIEJALKE, D., PARRIS, K. & POSSINGHAM, H. P. 2003. Improving precision and reducing bias in biological Visitass: estimating false-negative error rates. *Ecological Applications* 13:1790-1801.
- URBINA-CARDONA, J. N., OLIVARES-PÉREZ, M. & REYNOSO, V. H. 2006. Herpetofauna diversity and microenvironment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in tropical

rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz, Mexico. *Biological Conservation* 132:61-75.

WEIR, L. A., ROYLE, J. A., JUNG, R., NANJAPPA, P., FUNK, L., FAUST, S., SCHNEIDER, S., ERB, L. & HILDEBRAND, W. 2003. Assessing site occupancy rates, species detectability and anuran-habitat relationships along North American amphibian monitoring program calling routes in Maryland. *Annual Meeting of the Society for Conservation Biology*, Duluth, MN, USA.

ZIPKIN, E. F., GRANT, E. H. C. & FAGAN, W. F. 2012. Evaluating the predictive abilities of community occupancy models using AUC while accounting for imperfect detection. *Ecological Applications* 22:1962-1972.

## Material Suplementar

Tabela 5. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Rhinella margaritifera*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(.),p(Visitas)	177.05	0.00	0.2832
psi(Alt),p(Visitas)	178.13	1.08	0.1650
psi(Dist),p(Visitas)	178.13	1.08	0.1650
psi(.),p(.)	178.75	1.70	0.1210
psi(Dist),p(.)	179.42	2.37	0.0866
psi(Alt),p(.)	179.42	2.37	0.0866
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	180.13	3.08	0.0607
psi(Dist+Alt),p(.)	181.42	4.37	0.0319

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

Tabela 6. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Hypsiboas cineracens*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(Dist),p(.)	75.98	0.00	0.2967
psi(Dist+Alt),p(.)	76.38	0.40	0.2430
psi(Dist),p(Visitas)	77.32	1.34	0.1518
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	77.97	1.99	0.1097
psi(.),p(.)	78.80	2.82	0.0724
psi(Alt),p(.)	78.81	2.83	0.0721
psi(.),p(Visitas)	80.66	4.68	0.0286
psi(Alt),p(Visitas)	80.88	4.90	0.0256

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

Tabela 7. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Phyllomedusa vaillantii*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(Dist),p(Visitas)	70.00	0.00	0.4538
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	71.88	1.88	0.1773
psi(Alt),p(Visitas)	71.91	1.91	0.1746
psi(.),p(Visitas)	71.95	1.95	0.1712
psi(Dist),p(.)	78.14	8.14	0.0077
psi(.),p(.)	78.80	8.80	0.0056
psi(Alt),p(.)	78.81	8.81	0.0055
psi(Dist+Alt),p(.)	79.34	9.34	0.0043

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

Tabela 8. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Osteocephalus taurinus*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(Dist+Alt),p(.)	97.85	0.00	0.3584
psi(Alt),p(.)	98.95	1.10	0.2068
psi(.),p(.)	98.95	1.10	0.2068
psi(Dist),p(.)	101.11	3.26	0.0702
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	101.19	3.34	0.0675
psi(Alt),p(Visitas)	102.32	4.47	0.0383
psi(.),p(Visitas)	102.32	4.47	0.0383
psi(Dist),p(Visitas)	104.39	6.54	0.0136

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

Tabela 9. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Adenomera andreae*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(Dist),p(.)	108.65	0.00	0.4179
psi(Dist+Alt),p(.)	109.57	0.92	0.2638
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	111.34	2.69	0.1089
psi(Alt),p(.)	112.18	3.53	0.0715
psi(.),p(.)	112.35	3.70	0.0657
psi(Alt),p(Visitas)	114.22	5.57	0.0258
psi(.),p(Visitas)	114.43	5.78	0.0232
psi(Dist),p(Visitas)	114.43	5.78	0.0232

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

Tabela 10. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Leptodactylus rhodomystax*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(Dist),p(.)	59.89	0.00	0.2147
psi(Dist),p(Visitas)	60.31	0.42	0.1740
psi(Dist+Alt),p(.)	60.69	0.80	0.1439
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	61.02	1.13	0.1220
psi(Alt),p(.)	61.48	1.59	0.0969
psi(.),p(.)	61.50	1.61	0.0960
psi(Alt),p(Visitas)	61.95	2.06	0.0766
psi(.),p(Visitas)	61.97	2.08	0.0759

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

Tabela 11. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Pristimantis chiastonotus*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(Dist),p(Visitas)	116.70	0.00	0.3617
psi(Alt),p(Visitas)	117.46	0.76	0.2473
psi(.),p(Visitas)	117.68	0.98	0.2216
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	118.65	1.95	0.1364
psi(Dist),p(.)	123.50	6.80	0.0121
psi(Alt),p(.)	124.20	7.50	0.0085
psi(.),p(.)	124.40	7.70	0.0077
psi(Dist+Alt),p(.)	125.35	8.65	0.0048

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

Tabela 12. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Pristimantis marmoratus*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(.),p(Visitas)	65.38	0.00	0.2340
psi(Alt),p(Visitas)	65.38	0.00	0.2340
psi(Dist),p(Visitas)	65.65	0.27	0.2045
psi(.),p(.)	67.52	2.14	0.0803
psi(Alt),p(.)	67.52	2.14	0.0803
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	67.65	2.27	0.0752
psi(Dist),p(.)	68.03	2.65	0.0622
psi(Dist+Alt),p(.)	69.52	4.14	0.0295

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

Tabela 13. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Atelopus hoogmoedi*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(Dist),p(Visitas)	65.28	0.00	0.2293
psi(.),p(Visitas)	65.38	0.10	0.2182
psi(Alt),p(Visitas)	65.38	0.10	0.2182
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	67.17	1.89	0.0891
psi(.),p(.)	67.52	2.24	0.0748
psi(Alt),p(.)	67.52	2.24	0.0748
psi(Dist),p(.)	67.66	2.38	0.0698
psi(Dist+Alt),p(.)	69.65	4.37	0.0258

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

Tabela 14. Modelos analisados dispostos em ordem decrescente de ajuste para *Hypsiboas geographicus*.

Modelos	AIC	$\Delta$ AIC	AICwgt
psi(Dist),p(.)	45.84	0.00	0.3653
psi(.),p(.)	46.65	0.81	0.2436
psi(Alt),p(.)	47.13	1.29	0.1916
psi(Dist+Alt),p(.)	47.82	1.98	0.1357
psi(Dist),p(Visitas)	51.23	5.39	0.0247
psi(.),p(Visitas)	52.00	6.16	0.0168
psi(Alt),p(Visitas)	52.51	6.67	0.0130
psi(Dist+Alt),p(Visitas)	53.19	7.35	0.0093

AIC = Critério de Informação de Akaike;  $\Delta$ AIC = Variação de AIC; AICwgt = Peso do modelo; psi = Probabilidade de ocupação; p = Probabilidade de detecção; Dist = Distância do Igarapé; Alt = Altitude; Visitas = Visitas repetidas; psi(.),p(.) = Modelo Nulo.

**Anexo – THE JOURNAL OF HERPETOLOGY – INSTRUCTIONS FOR AUTHORS**  
**Updated August 2015**

**General Information**

The *Journal of Herpetology* is a peer-reviewed scientific journal published by the Society for the Study of Amphibians and Reptiles four times a year. We publish work from around the world. Although all submissions must be in American English, we welcome an additional, second-language abstract. The *Journal of Herpetology* normally publishes manuscripts  $\leq$  6000 words, including title, abstract, body of manuscript, citations). Word count does NOT include appendices, tables, figures, and legends.

**Suitable topics**

The *Journal of Herpetology* accepts manuscripts on all aspects on the biology of amphibians and reptiles including their behavior, conservation, ecology, morphology, physiology, and systematics, as well as herpetological education. We encourage authors to submit manuscripts that are data-driven and rigorous tests of hypotheses, or provide thorough descriptions of novel taxa (living or fossil). Topics may address theoretical issues in a thoughtful, quantitative way. Reviews and policy papers that provide new insight on the herpetological sciences are also welcome. Focus sections that combine papers on related topics are normally determined by the Editors. Publication in the Long-Term Perspectives section is by invitation only. Papers on captive breeding, new techniques or sampling methods, anecdotal or isolated natural history observations, geographic range extensions, and essays should be submitted to our sister journal, *Herpetological Review*. If you are not sure, contact the editors before submitting your work.

**Ethics**

The *Journal of Herpetology* demands high ethical standards. Submitted work cannot include plagiarized or falsified data. Consult the [SSAR Ethics Statement](#) prior to submitting manuscripts. Authors are responsible for the legal and ethical acquisition and treatment of study animals. Minimally, these follow the joint herpetological society Guidelines for Use of Live Amphibians and Reptiles in Field Research ([http://iacuc.ucsd.edu/PDF\\_References/ASIH-HL-SSAR%20Guidelines%20for%20Use%20of%20Live%20Amphibians%20and%20Reptiles.htm](http://iacuc.ucsd.edu/PDF_References/ASIH-HL-SSAR%20Guidelines%20for%20Use%20of%20Live%20Amphibians%20and%20Reptiles.htm)). In addition, the Acknowledgments section must list the numbers of all collection or research permits required at the study location, export and import permits needed to move specimens across country borders, and Institutional Animal Care and Use Committee approval for the care of animals and study procedures used. When submitting their work, authors must certify they followed all necessary procedures. Submitted studies that deviate from acceptable practices will be rejected.

**Manuscript Preparation, Submission, and Acceptance**

*Preparation:* Follow the instructions provided below *carefully* (a current issue of the *Journal* will provide examples of correct formatting and style). Manuscripts incorrectly formatted may be rejected prior to peer review.

*Submission:* Submit your manuscript files electronically and submit your text and figure files separately. DO NOT email your manuscript files directly to the Editor. (**More details below in part O**).

*Review Process and Acceptance:* A correctly formatted manuscript can shorten the review process and reduce costs to the Society. Manuscripts accepted for publication will contain credible, reliable science and communicate its message effectively through an organized structure and flow of ideas.

**Language and Grammar (grammar, syntax, and active voice)**

Manuscripts must be written in active voice (e.g., “We studied...” NOT “...was studied”), using proper English grammar and syntax. Regardless of country of origin, we recommend that you ask a colleague to read the manuscript prior to submission, as an independent reader can often identify embarrassing problems before the review process begins. This is particularly important if your native language is not English. Finding an English-speaking colleague to provide a pre-submission review of your work, even if not in your area of expertise, will likely smooth the

review process. Manuscripts that are badly flawed grammatically will be returned to authors without review. To facilitate the publication of work from non-English speaking countries, scientists affiliated with SSAR provide a free service of pre-submission review. Contact details for these volunteers can be found at: <http://www.ssarherps.org/pages/presub.php>.

### **Summary of Common Errors**

1. Title page, text sections, Literature Cited, or tables are improperly formatted (detailed formatting instructions appear below).
2. Papers are written in passive (rather than active) voice.
3. Files (including revisions) are sent directly to Editors rather than uploaded to the *Journal* website.
4. Figure files are imbedded in the text files rather than uploaded separately to the *Journal* website.
5. Authors not fluent in English fail to have an English-fluent colleague review and rewrite the manuscript (if the grammar is poor). This can result in rejection before peer review.
6. Authors fail to complete detailed responses to all reviewer comments. This can result in rejection.

### **Recent Changes**

1. If taxonomy has changed in the last 10 years, the former name of the organism also should be presented at the first use of the name.
2. A new section called "Policy" is intended for work (typically reviews) focusing on policy related to the herpetological sciences. For example, see a recent example in JH 2011 vol. 45:134–141 on invasive herpetofauna.
3. A new section called "Long-Term Perspectives" is intended for work spanning several decades. Publication in this section is by invitation only.
4. We now encourage the inclusion of a second-language abstract in addition to the English version. The abstract must be submitted in the chosen language and will be subject to peer review along with the manuscript.
5. Manuscripts with a substantial amount of field data should include a figure of the general location where the data were collected.
6. The *Journal of Herpetology* now provides color figures to authors at no additional charge. If color figures are desired, they should be submitted in color when the manuscript is initially submitted.

## **FORMATTING DETAILS**

### **A) Overall Document Format**

The *Journal of Herpetology* publishes manuscripts that are no longer than 6000 words, including title and text (abstract, body of manuscript, citations). Word count does NOT include appendices, tables, figures, and legends.

- Double-space entire manuscript, including lit. cited, figure legends, table legends & contents.
- Provide 2.5 cm (1 inch) margins on all sides.
- Use 12 point font size.
- Number all manuscript pages consecutively.
- Provide line numbering starting at the title page and continuing to the end of the document.
- Left-justify the entire document.
- Do not break words and hyphenate at the end of lines.
- Italicize only genera and species, and for appropriate headings (as indicated below).
- Do not use bold-face for emphasis; instead, reword sentences to provide appropriate emphasis.
- DO NOT upload .pdf files.

### **B) Formatting the Manuscript by Sections**

Manuscripts are usually arranged in the following order: 1. Title page; 2. Abstract; 3. Key words; 4. Introduction; 5. Materials and Methods, Results, Discussion; 6. Acknowledgments; 7. Literature cited; 8. Appendices (not normally used); 9. Tables; 10. Figure legends; and 11. Figures.

**I. Title Page.**—The title page should include, in this order:



-“JOURNAL OF HERPETOLOGY”, centered

-The title, centered, which should be informative and concise

-The names of all authors, centered. Use numbered superscripts to distinguish author addresses. Do not leave a space between author name and superscript. Use commas to separate author information, placing them outside any superscripts. Example: Regina Smith<sup>1,4</sup>, Don Q. de la Mancha, III<sup>2</sup>, and R. James Jones<sup>3</sup>

-The addresses of all authors, left-justified, italicized, matching superscript numbers above.

Do not abbreviate states or provide postal codes. Do name the country of residence (example: Alaska, USA). If different, authors may indicate present addresses. An e-mail address for the corresponding author is required, and e-mail addresses for other authors are recommended.

Example:

<sup>1</sup>*Department of Herpetology, Japanese Museum of Natural History, Kyoto, Japan*

<sup>2</sup>*Department of Zoology, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, USA*

<sup>3</sup>*Present address: Departamento de Zoología, Universidad de México, Puerto Vallarta, Mexico*

<sup>4</sup>*Corresponding author. E-mail: Regina\_S@JMNH.Sci*

-LRH: (left running head). Spell out the name of a single author (example: Regina Smith); Use initials and last name for two authors (example: R. Smith and R. Weasley); Use “et al.” for more than two authors (example: R. Smith et al.)

-RRH: (right running head). Provide an abbreviated title of no more than 50 characters, including the spaces between words. Example: if the full title is “Ecology and Reproduction of Timber Rattlesnakes (*Crotalus horridus*) in Kansas”, the abbreviated title might be “Ecology of Timber Rattlesnakes”

**II. English-Language Abstract.**—The abstract should begin on a new page and summarize the major points of the paper clearly and concisely without requiring the reader to refer to the text. It is limited to 250 words. The abstract heading should be indented, followed by a period and an em-dash (example: Abstract.—Boreal Toads...)

**III. Second-Language Abstract.**—An additional abstract may be given just below the mandatory English-language abstract. It should be an exact translation of the English version and follow the same rules. The abstract heading should be indented, followed by a period and an em-dash. Use the equivalent word to “abstract” in the language chosen (example: Resumen.—Sapos...)

**IV. Key Words.**—Used for indexing the article in online databases (but not printed in the Journal), key words should be placed after the abstract on the same page. Second language abstracts should be followed by key words in that language. Careful selection will improve the visibility of your article.

-The phrase “*Key words:*” should be italicized, including the colon.

-Up to eight key words may be used to identify major aspects of the manuscript, such as the key methods, key variables, study locations, or study organisms.

-Do not repeat words that appear in the title.

-Key words should be listed in alphabetical order and separated by semicolons.

-Only the initial word in each term should be capitalized, unless it is a formal name. (example: *Key words:* Boreal Toad; Colorado; Disease; Survival).

**V. Introduction.**—The text should begin after the key words. Avoid unnecessary duplication with material covered in the Discussion. Do NOT include a heading for this section.

**VI. Materials and Methods; Results; Discussion.**—Be concise but clear.

– The section heading should be centered.

– Secondary headings should be indented. Each major word should be capitalized and italicized.

– Follow the title with a period and an em-dash (Example: *Study Sites.*—Mesocosms were...).

– In any italicized heading, scientific names of species should not be italicized so that they stand out from other text. Example: “*Analysis of Paternity in Crotalus atrox*”.

– Do not use footnotes in the text.

– When citing ≥ 2 figures or tables, separate numbers with a comma (e.g., Figs. 6, 7; Tables 2, 3).

**VII. Acknowledgments.**—The text ends with the acknowledgments section. Be as concise as possible.

-Use a secondary heading. Spell “acknowledgments” with no “e” after “g”. (Example: *Acknowledgments.*—).

- Use initials instead of first names for individuals. Example: "We thank H. Granger..."
- Provide the numbers of all collection, research, export, and import permits, as well as Institutional Animal Care and Use Committee approval.

### **VIII. Literature Cited**

The Literature Cited is one the largest sources of errors. Carefully follow all format instructions and examples below. Check a 2014 or later issue if anything remains unclear.

#### *General Instructions*

- All references cited in the manuscript must appear in full in the Literature Cited section, and all references in the Literature Cited section must be cited in the text of the manuscript.
- Do not include personal observations and unpublished manuscripts in this section.
- Double space the entire section.
- Do not bold, underline, or italicize text other than scientific names.
- Do not use manual line breaks or tabs. Use indents instead.
- Cite references in alphabetical order. Example: Jones comes before Smith.
- If you use bibliographic software to format citations, remove the fields from the submission copy (keep a copy of the original document containing the fields for revision purposes).
- If there are multiple same-year references by an author with various coauthors, list single-author references before those with a coauthor. List two-author references first and multiple coauthors last. Example: (Smith, 1998) is first, followed by (Smith and Jones, 1998), followed by (Smith et al., 1998).
- If the same author collaborated with different coauthors during the same year, order by the name of the junior authors. Example: (Smith and Bell, 1998) comes before (Smith and Jones, 1998).
- If there are multiple "et al." references by the same author, in the Lit. Cited, list them in chronological order regardless of the number of authors or their identity. Example: "Smith, Bell, Zundermeier, and Jones 1848" comes before "Smith, Abrams, and Bell 1856".
- Author names should be presented as "Smith, A. B." or "Smith, A. B., III." Spell out all author surnames, even if they are repeated from a previous reference
- Always insert a comma before the "and" that precedes the last author. Example: "Smith, A. B., and J. F. Bell" or "Smith, A. B., R. Q. Zundermeier, and J. F. Bell"
- Follow author names with the year of publication. Example: "Smith, A. B. 1769." If you are using a reprinted version, indicate this by listing both years. Example: "Smith, A. B. 1769 (1996)." For articles that are accepted, state "In press" in place of the year. Example: "Smith, A. B. In press".

#### *Article in a Print Journal*

Provide the names of journals in full. Do not present issue number. List complete page numbers. Example: "Journal of Herpetology 32:246–257." Example: Baird, T. A. 2004. Reproductive coloration in female collared lizards, *Crotaphytus collaris*, stimulates courtship by males. *Herpetologica* 60:337–348."

#### *Article in an Online Only Journal*

Follow the format above but also provide the URL for the article. Example: "O'Donnell, R. P., and A. P. Rayburn. 2011. Biases in the protection of peripheral anuran populations in the United States. *Herpetological Conservation and Biology* 6:91-98. [http://www.herpconbio.org/Volume 6/Issue 1/ODonnell Rayburn 2011.pdf](http://www.herpconbio.org/Volume%206/Issue%201/ODonnell%20Rayburn%202011.pdf)"

#### *Chapter in a Book*

Do not name the publication city. Provide the publication country. Example: Smith, A. T. 1994. Systematics of frogs and toads. Pp. 52–65 in J. Black and M. Lee (Eds.), *Systematics of Amphibians and Reptiles*. University of Kansas Press, USA.

#### *Book*

Do not provide the publication city. Do name the publication country. Example: Smith, A. T., and J. Jones. 1995. *Physiology of Amphibians and Reptiles*. Kluwer, Netherlands.

#### *Thesis or Dissertation*

Indicate the degree and university. Example: Smith, A. T. 1991. *Behavioral Ecology of Turtles*. Ph.D. Dissertation, Federal University of Sao Paulo, Brazil.

#### *Non-commercial Software*

Provide a named citation to the definitive description of the software. Example: for Program MARK: White, G. C., and K. P. Burnham. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46 Supplement:120–138.

*Non Peer-Reviewed Technical Report*

Use only where unavoidable. Example: USGS (United States Geological Survey). 1998. National water quality assessment (NAWQA) program, water quality in the Ozark plateaus. Circular 1158.

*Non Peer-Reviewed Print Media*

Use only where unavoidable. Example: Guam Economic Review. 1998. Statistical highlights. *Guam Economic Review* 20:11–32.

*Online Reference*

Use WebCite® ([www.webcitation.org](http://www.webcitation.org)) to archive the web site. Provide the regular citation, followed by the archival site provided by the service. Example: Frost, D. R. 2004. Amphibian species of the world: an online reference. Available at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Archived by WebCite at <http://www.webcitation.org/T8g8UVs14> on 4 July 2011.

## **IX. Appendices**

Appendices follow the Literature Cited section. They are optional and should be used sparingly. Appendices include detailed information not essential to the text but useful to readers interested in specific methods, formulae, computer code, large data sets, or the species examined in taxonomic papers. When used, the primary heading would be: Appendix (numbered 1, 2, 3 as needed), followed by secondary headings as needed.

## **X. Tables**

Tables are used to provide numerical information in a condensed form that does not duplicate material listed in the text or displayed in Figures.

-Table files MUST be .xls or .doc, NOT a graphic format such as .pdf or .jpg. They may be uploaded as individual files or included in the main document file.

-Use the same font size, double spacing, and abbreviations as elsewhere in the text.

-Place each table on a separate page. Number tables consecutively using Arabic numerals that match references to them in the text. Example: "Table 1." (this text is NOT indented).

-Legends should be concise but sufficiently detailed so that tables can be understood without reference to the text. Each legend should appear on the same page and above its table.

-Do not use vertical lines.

-Capitalize only the initial letter of the first word (e.g., "Average length").

-Do not use footnotes.

-If a Table is so long it extends beyond a single page, continue it on additional pages as needed. Insert "Table #, continued" at the top of each such page, followed by an empty line.

## **XI. Figures**

Figures provide numerical information in visual form without duplicating material listed in the text or displayed in Tables. Please check a recent issue for additional examples.

-Figure legends should be placed together, with three lines of space between each legend, and before the actual figures. They should be numbered in Arabic numerals in the same order as they are cited in the text. Each legend should be concise but sufficiently detailed to be understood without reference to the text.

-Each heading should begin with the word "Fig", followed by a period. Example: "Fig. 1." (this text is NOT indented).

-Use the same font size, double spacing, and abbreviations as elsewhere in the text

-When preparing graphics, follow the guidelines below and those provided by Allen Press ([http://allenpress.com/system/files/pdfs/library/apmk\\_digital\\_art.pdf](http://allenpress.com/system/files/pdfs/library/apmk_digital_art.pdf)).

-Figures with multiple parts should have each part labeled with a capital letters (A, B, C, etc.) and all parts of the figure should be submitted on a single page and in a single file.

-Figures may be black-and-white or color. Please use color discriminately, as not all figures require color.

-The *Journal* now provides color figures to authors at no additional charge. If color figures are desired, they should be submitted in color when the manuscript is initially submitted.

-Manuscripts that include a substantial amount of field data should include a figure (map) of the study area. Authors need not disclose exact study site locations (to protect sensitive species or areas). The figure should include sufficient detail (e.g., political boundaries, major topographic

features) so that readers can see where in the state, region, province, etc., the data were collected.

-Prepare figures at high resolution (minimum requirements: grayscale or color images at 300 dpi, line art at 1200 dpi).

-Submit graphics and artwork at full page size (do not exceed 21.5 × 28 cm). Make sure that it is sharp at the submission size. After reduction (usually to one or two columns), lettering in printed figures should be 1.5–2.0 mm high and decimals should be clearly visible. Authors will be charged for the extra work if the press has to request better version in the typesetting stage.

-All axes of graphs should be labeled, with a larger font size used for major labels than for minor or quantitative labels.

-Include a scale to indicate distance or size whenever appropriate.

-Do not use pictures taken from other sources without express permission. It is the responsibility of the authors to ensure that all copyright issues have been addressed.

**C) In-Text Citations.** Please read this section carefully, as errors in citation formats are common.

– Do not bold, underline, or italicize text

– Cite references in chronological order, using a semicolon to separate citations and a comma to separate author names from dates. Example: “(Smith, 1975; Black, 1987)” If there are multiple same-year references by the same author, list them as “(Smith, 2001a,b)”.

– Provide names for up to two authors “(Jones and Smith, 1987)”. For three or more authors, spell out the name of the first author, followed by “et al.”; e.g., (Granger et al., 1990).

– If there are multiple same-year references by an author with various coauthors, list single-author references before those with a coauthor. List two-author references first and multiple coauthors last. e.g., “(Smith, 1998; Smith and Jones, 1998; Smith et al., 1998)”.

– If there are multiple references by the same author and coauthor, or multiple references with the same first author and two or more coauthors, list them in chronological order regardless of the number of authors or their identity. Example: “(Smith and Jones, 1848; Smith et al., 1856a,b; Smith and Brown, 1858)”.

– Limit citation strings to 3 or 4 of the most pertinent references.

– Special citations:

– Cite papers accepted for publication as “(Smith, in press)” and place in the Literature Cited.

– Manuscripts that have not been accepted should be cited as “(Smith, unpubl. data)” and should not be placed in the Literature Cited.

– Cite unpublished observations as “(Potter, pers. obs.)”; do not list it in the Literature Cited.

– Non peer-reviewed sources such as meeting abstracts and most web sites should be avoided if possible; however, dissertations and theses should be cited if the information has not also appeared in refereed form.

– Commercial software cited in the text must include the version and source; e.g., SPSS 13.0, IBM.

– Commercial equipment: provide the model and manufacturer; e.g., “HOBO U23 Pro v2 External Temperature Data Logger (Onset Computer Corporation)”. Do not include either in the Literature Cited.

– Non-commercial software such as Program MARK, provide a citation in the text (in this case, White and Burnham, 1999) and in the Literature Cited. Peer-reviewed electronic resources should be cited in the same manner as paper-based ones.

– Use WebCite® (a free service) to archive non-peer-reviewed web sites first. Enter the URL you want to cite at [www.webcitation.org](http://www.webcitation.org). The system will create a “snapshot” of the webpage for future access. Cite as you would other sources. Example: (Smith and Brown, 2011).

– Whenever possible, place all citations at the end of the sentence rather than interspersed in the text. e.g., “Rattlesnakes are excellent subjects for research in many areas of biology (Klauber, 1972; Schaeffer; Schaeffer et al., 1996; Beaupre and Duvall, 1998)”

#### **D) Common and Scientific Names**

Both common and scientific names vary in time and space. To maximize the ability of readers to identify study organisms across the world and over time but allow authors maximum flexibility in choosing their preferred authorities:

-If taxonomy has changed within the last 10 years, the former name of the organism may be presented at the first use of the name [example: "*Aspidoscelis sexlineatus* (= *Cnemidophorus sexlineatus*)"]. Similarly, if your preferred taxonomic hypothesis differs from that of other authors, make sure to include the more commonly used name

-Species occurring in the United States and Canada: standard English names should be provided at first occurrence. Standard names of all reptiles and amphibians must be capitalized and used in the plural (example: Barking Treefrogs). Follow <http://ssarherps.org/cndb/>. For species in other parts of the world, common names are optional—follow an appropriate regional reference if available

-When referring to common names of species, common names must be used in the plural, not the singular, because a common name does not refer to a single entity, but a population of individuals. For example: Eastern Diamondback Rattlesnakes, not the Eastern Diamondback Rattlesnake. For more information, see De Queiroz, K. 2011. Plural versus singular common names for amphibian and reptile species. *Herpetological Review* 42:339–342.

### **E) Numbers**

Always spell out a number used at the beginning of a sentence (Example: Twenty species...). Spell out all whole numbers less than 10, except as noted below.

-Use Arabic numerals:

For numbers of 10 or greater

When the number is followed by a unit of measurement. Example: "9 mm"

When the number is a designator. Example: "Experiment 2"

When a range of values is given. Example: "2–3 scutes"

When numbers of 10 or more are compared to numbers less than 10 within a sentence.

Example: "The 7 frogs, 9 salamanders, and 20 lizards that we collected..."

Decimal values; if decimal value is < 1, use zero before decimal. Example: "0.5"

-Use commas in numbers with four or more digits. Example: "280" and "5,280".

-Avoid excessive significant digits. Example: when measuring length with a ruler where the smallest measurement unit is 1 mm, report mean values as "15.7 mm" and standard deviation as "1.4 mm".

-Numbers or letters in a list should be fully enclosed in parentheses. Example: Experiments (2), (3), and (4) failed; (1) did not.

-Geographic coordinates can be in any standard format, such as decimal degrees or UTM.

-Specify the datum for the geographic coordinates. Example: "datum WGS 84"

**F) Measurement Units and Abbreviations.**—Follow the International System of Units (SI) throughout.

-Linear measurement: Millimeters = mm, Centimeters = cm, Meters = m, Kilometers = km

-Volume: Milliliters = mL, Liters = L

-Mass: Grams = g, Kilograms = kg

-Time: Seconds = s, Minutes = min, Hours = h, Days = d, Week = wk, Month = mo, Years = yr.

For time of day, use 24-hour clock. Example: 1300 h.

-Date: use Day Month Year with no commas, spelling out the name of the month. Example: "7 May 2006".

-Temperature: Celsius, with space after number and with a degree symbol before the abbreviation for temperature scale. Example: "30 °C".

### **G) Statistical Abbreviations.**—

-Do not italicize Greek letters. Examples: " $\alpha$ ", " $\chi^2$ "

-Italicize all other statistical symbols. Examples: " $r$ ", " $r^2$ ", " $F$ ", " $t$ " (as in *t*-test)

-Sample size: lower case and italicized. Example: " $n = 5$ "

-Mean or average: use " $X$ " (capitalized and italicized) or spell out the word "mean"

-SD = standard deviation, SE = standard error, CI = confidence interval; often indicated as " $\pm 1$  SD", " $\pm 3$  SE", CI = 2.32 – 4.68, etc.

-Degrees of freedom: not italicized. Example: "df = 798"

-Probability: capitalize and italicize. Example: " $P = 0.003$ ." Provide the value, rather than using "NS" or " $P > 0.05$ ." Example: " $P = 0.43$ "

**H) Mathematical Signs and Symbols.—**

- Separate mathematical operators by spaces on both sides. Examples: " $\alpha = 0.05$ "; " $P < 0.025$ "; " $12 \pm 0.02$ ".
- Separate a number from a symbol to indicate a mathematical operation. Example: " $1 + 1 = 2$ ".
- Do not use a space between the "-" and the "+" when indicating positive or negative values. Examples: " $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ", " $+2\text{ mm}$ ".
- The symbols for "similar to" and "nearly equal to" are not followed by space. Examples: " $\sim 12$ ", " $\approx 24$ ".
- Use "log" for log base x (e.g. log base 10 would be  $\log_{10}$ ) and "ln" for natural log.
- Use "male" and "female" or "M" and "F" NOT symbols.

**I) Other Common Abbreviations.—**Standard abbreviations are listed below. Do not use other abbreviations without first defining them in the text and be consistent in your use throughout the manuscript.

- ca. = "circa" or "around"; lower case, not italicized, followed by period
- cf. = "compare with"; lower case, not italicized, followed by period
- e.g., = "for example"; lower case, not italicized, period after each letter, followed by comma
- i.e., = "that is"; lower case, not italicized, period after each letter, followed by comma
- N = chromosome number; capitalized, not italicized (different from sample size)
- SVL = snout-vent length; define this at first usage
- vs. = "versus"; can be abbreviated in lower case without italics, or can be spelled out
- sp. nov. and gen. nov. = "new species" and "new genus"; lower case, no comma before these terms
- "pers. com." = "personal communication"
- Spell out full the names of North American states. Example: "Colorado"
- Capitalize and abbreviate the word "figure" (example: "Fig. 1") except when used in a sentence (example: "Figure 2 demonstrates. . .").

**J) Dashes and Hyphenation.—**

- Use hyphen for modifiers and two-word phrases used as an adjective. Examples: "20-ml syringe", "24-hour clock", "t-test results", "life-history strategy", but "20 ml of water" or "the life history of bullfrogs".
- Do not hyphenate "Non" words. Example: "Nonparametric".
- Other common prefixes such as neo-, co-, re-, are not hyphenated except where necessary to prevent misreading or ambiguity. Example: "relocated" means "moved away", but "re-located" is used to indicate that a radio-tracked individual has been found again.
- Avoid using long hyphenated phrases as adjectives. For example, avoid "We used black, sticky-sloping-plastic-matting as substrate in the aquaria".
- Use commas to separate clauses, instead of hyphens. Example: "The town, which is more of a village, is the nearest place to buy supplies."
- Use en-dash, not hyphen for inclusive ranges of numbers. Examples: "21–23 mm", "Pp. 52–65".

**K) Fences.—**Typically fences go in this order: { [ ( ) ] }

**L) Other Common Word Usage.—**Modern word processors include both spellcheckers and grammar correction options, but these are far from perfect. The list below contains some common problems and is far from comprehensive.

- Affect* vs. *effect*: "Affect" is usually used as a verb and means "to influence, or have an effect on" whereas "effect" should usually be used as a noun that means an outcome or result
- Because* vs. *since*: "Because" usually means "for the reason that" whereas "since" usually means "from a time in the past until now"
- Because of* vs. *due to*: Do not use "due to" instead of "because of"
- Farther* vs. *further*: "Farther" indicates a physical or measurable distance, whereas "further" indicates a figurative distance, such as in advancing, elaborating, or developing an explanation or argument
- Infer* vs. *imply*: "Infer" means to deduce or conclude; "imply" means to hint or suggest.

–*That* vs. *which*: Usually, “that” is used with restrictive clauses. Example: “The snakes that we had captured” (the word “that” restricts the snakes being discussed to those that we captured). “Which” is used with nonrestrictive clauses. Example: “The snakes had all eaten frogs, which are common in the area” (the word “which” simply gives additional information about the frogs being discussed)

–*While* vs. *although* and *whereas*: “While” means “at the same time”; “whereas” or “although” should be used to indicate “in spite of” or “even though”

–*Therefore* vs. *thus*: “Therefore” usually means “as a consequence” or “for these reasons” whereas “thus” usually means “in this way” or “in that way”

–*Data*: The word “data” should always be used to indicate the plural (the singular is “datum”). Example: “The data are presented...”

–*Comprised of*: “comprised of” means “to contain”. For example, “the whole comprises its parts”. “Comprised of” should be avoided

–*Different from* is preferable to *different than* because it is consistent with how the word “differ” is typically used. Example: “Method A differs from method B in that...”

**M) Specimens.**—If the study involved collection of specimens, provide accession numbers in the text. Use the Standard Symbolic Codes for Institutional Resource Collections in Herpetology and Ichthyology (<http://herpetologistsleague.org/dox/CollectAcronym-Sabaj10.pdf>) for museum abbreviations.

–For taxonomic papers, see additional specific comments below.

#### **N) Special Considerations for Taxonomy Papers**

Taxonomy papers will follow the same sequence of sections as above. See recent journal issues for examples.

–Consult the International Code of Zoological Nomenclature (<http://www.iczn.org>) for guidelines to taxonomic descriptions. However, we encourage authors to follow closely the style, sequence, and terminology of other recent or major works on that group, in order to facilitate comparisons.

–Definitions of terms, museum abbreviations, and other codes used in text should be given in the Materials and Methods section. For standard museum codes see <http://129.128.82.178/ASIH/Codes.htm>

–When a broad review is needed, as with analysis of variation in widespread species, present such material prior to the formal taxon description.

–Taxon descriptions may appear in the Results section or follow the Discussion as a separate section entitled Systematic Accounts.

–Only new names are given in bold. Example: “*Uraeotyphlus gansi* sp. nov.”

–Below the name indicate, in parentheses, where illustrations and related information may be found (“Figs. 1–4, Tables 1,2”)

–Next, list prior names, in chronological order. Example: *Uraeotyphlus malabaricus* (Beddome, 1870) in part; Boulenger (1882:92), *Uraeotyphlus oxyurus* (Duméril and Bibron, 1841) in part; Pillai and Ravichandran (1999:74–77, map IX)

–Next provide information about the holotype. Example: “*Holotype*.— HUI 3498, male, 20 October 2011, Jerusalem, Israel. Y. L. Werner (Fig. 1)”

–Information about Paratypes follows, organized by sex or geographical locality

–Other specimens examined can be listed here, under “Referred Specimens”, if the list is brief. Use an Appendix for a lengthy list. For all specimens listed, include locality data and museum numbers, but not date of collection. The current location of the specimens must be included.

–The following headings are also used, in this order:

*Diagnosis*.—A concise summary of distinguishing characteristics and diagnostic comparisons to related species or ones with which the new taxon may be confused

*Description of Holotype*.—An explicit description of all aspects of the type specimen, following the style of leading relevant authorities. Include information on linear measurements, color in preservative, and other relevant aspects

*Variation*.—A summary (often in Table form) of evident variation among the holotype, paratypes, and other referred specimens, including reference to sexual dimorphism, geographic variation, or ontogenetic changes

*Color in Life.*—A brief description of color in life, if known. We encourage publication of color images of new taxa

*Etymology.*—Brief description of the origin and meaning of the new name and the rationale for choosing it

*Distribution.*—Summary of the distribution of the new taxon

*Natural history.*—, *Ecology.*—, or similar heading for presenting information on habits, habitats, life history, etc. This section may be combined with the previous one and named “*Distribution and Ecology*”

*Tadpole.*—Description of the tadpole or larval amphibian stage, if known and relevant

*Remarks.*—Concise discussion of any additional aspects of the new taxon that are deemed important, such as evolution and phylogenetic relationships

## **O) Manuscript Submission and Processing**

Manuscripts **must** be submitted electronically using the web-based submission site. Please submit your manuscript in a WORD or other text file format (NOT pdf). Registration (free) is required to access the submission site. Although you do not need to be a member of SSAR to access the site or to submit a manuscript, we strongly encourage all authors to join the Society.

### **DO NOT email files to the editors.**

You will be required to enter manuscript information, author names, addresses, and affiliations, and answer several questions before you can enter manuscript files. The website can accept a range of text and graphic formats such as \*.doc and \*.JPG.

To prevent problems:

- Ensure that your document is formatted with North American letter page size (8.5 by 11 inches; 21.6 by 27.9 cm). Conversion to PDF format is otherwise likely to result in errors.

- Manuscripts can also be uploaded as PDF files, but these must be accompanied by the original word-processor files

- Upload each Figure as a separate graphics file. Figures should be in TIFF, GIF, JPG, Postscript, or EPS formats, not in PDF files

- The online system will automatically merge the files, in the order identified by the author, into a single PDF file for use by the Editor, Associate Editors, and reviewers

- You **must** approve the converted file before it is released for review. The conversion process may take several minutes

- As part of the submission process, a cover letter may be uploaded as a separate file. This purpose of this letter to the editors is to: 1) concisely (*50 words or less*) explain why the manuscript is unique and appropriate to the journal; 2) verify that the manuscript is not being considered for publication elsewhere and adheres to journal format and ethical expectations; and 3) share any other specifics that the authors wish the editors to know about, such as the names of recommended reviewers.

**Processing manuscripts can be a lengthy endeavor.** Submitted manuscripts are first checked for a general fit to the guidelines presented here. Manuscripts that do not follow this document will be returned to authors for corrections, and may be rejected outright. Manuscripts that meet the guidelines are passed on to the Editors, who assign an Associate Editor to handle the manuscript, identify reviewers, and recommend acceptance or rejection. The journal website automatically updates as these stages are reached – please check the website for the status of your manuscript. The initial review process currently averages three months, and about half of all manuscripts submitted are rejected. Most other manuscripts require some changes before the Associate Editor recommends acceptance. We strive to minimize processing time. Please be patient and limit queries regarding status to cases where a manuscript has been in review for more than six months. The editors will contact authors as soon as a decision is made about their work.

Shortly after final acceptance, a pre-print will appear on the [journalofherpetology.org](http://journalofherpetology.org) website. This pre-print is not the final version of the manuscript, but allows authors and readers rapid availability of the manuscript. Authors will have the opportunity to make small changes to the manuscript in the proof stage. Note that articles describing new taxa will not be posted as pre-prints.

Manuscripts are generally published in the order of acceptance, and time from acceptance to publication is approximately nine months. A few months prior to publication, authors will be contacted by the publisher with requests for clarifications or to review the page proofs. Original



artwork and photographs may be requested at that time, as well as a copyright release. It is the responsibility of the corresponding author to distribute the proofs to coauthors. Each author should check proofs carefully against the edited manuscript. The corresponding author should collate the corrections and return the corrected proofs to the managing editor within 48 h to prevent a delay in publication. Authors must assume full responsibility for detecting errors at this stage. Authors will be charged for changes in proofs other than correction of printer's and editor's errors.

**Proofs, Page Charges, Open Access, Copyright Assignment, and Reprints.**

Authors will be contacted by the press a few months prior to their manuscript being published. At that time they will receive:

- Page proofs, which must be returned with any corrections within a few days.
- A copyright release form.
- A notice of the page charges assessed to them. If at least one author is a member in good standing of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles, page charges are not levied. However, if funding allows, members are encouraged to assist in the production of the journal by contributing to page charges. Page charges for *non-members* are \$100 per page. If there are unusual circumstances, a waiver may be requested by contacting Breck Bartholomew, SSAR Publications Secretary at: [breck@zenscientist.com](mailto:breck@zenscientist.com).
- An opportunity to make your article Open Access. Authors now have the option to make their articles Open Access, so that they may be freely available to all readers regardless of membership or subscription. If authors wish to elect this option they may pay the \$150 Open Access fee. No waivers for open access are allowed.
- A reprint order form: Once the issue has been printed, paper reprints and/or high-quality PDF files of articles may be purchased from Allen Press using the form provided. SSAR members have access to electronic versions of the journals, including their own papers.