



ROSANA CAMPOS PASCHOALINO

**Uma abordagem funcional das savanas amazônicas: atributos de anuros em um mosaico de paisagens naturais**

Belém, 2018

ROSANA CAMPOS PASCHOALINO

**Uma abordagem funcional das savanas amazônicas: atributos de anuros em um mosaico de paisagens naturais**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zoologia, do convênio da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Área de concentração: Biodiversidade e Conservação.

Linha de pesquisa: Ecologia animal.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Maria Cristina dos Santos Costa**  
**Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Leandra Cardoso Pinheiro**

Belém,  
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
(CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal  
do Pará

Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a)

---

C198a

Campos Paschoalino, Rosana

Uma abordagem funcional das savanas amazônicas: atributos de anuros em um mosaico de paisagens naturais / Rosana Campos Paschoalino. — 2018  
38 f. : il. color

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Zoologia (PPGZOO), Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

Orientação: Profa. Dra. Maria Cristina dos Santos Costa

Coorientação: Profa. Dra. Leandra Cardoso Pinheiro.

1. diversidade funcional. 2. savanas. 3. fitofisionomia. 4. canga. 5. anuros. I. dos Santos Costa, Maria Cristina, *orient.* II. Título

---

CDD 574.524

# FOLHA DE APROVAÇÃO

ROSANA CAMPOS PASCHOALINO

## **Uma abordagem funcional das savanas amazônicas: atributos de anuros em um mosaico de paisagens naturais**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do convênio da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia, sendo a COMISSÃO JULGADORA composta pelos seguintes membros:

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. MARIA CRISTINA DOS SANTOS COSTA (presidente)

Universidade Federal do Pará  
Instituto de Ciências Biológicas

Prof. Dr. ROGÉRIO ROSA DA SILVA

Museu Paraense Emílio Goeldi  
*Campus* de Pesquisa- CCTE (Ciências da Terra e Ecologia)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. CYNTHIA PERALTA DE ALMEIDA PRADO

Universidade Estadual Paulista  
Instituto de Biociências

Prof. Dr. DIOGO BORGES PROVETE

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul  
Instituto de Biociências

Prof. Dr. MARCELO MENIN

Universidade Federal do Amazonas  
Departamento de Biologia (ICB)

Prof. Dr. LEANDRO DA SILVA DUARTE

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Departamento de Ecologia/IB

Data da defesa: 28/02/2018

Local de defesa: banca à distância

Dedico todo meu trabalho ao meu anjo de luz, minha querida e eterna vó Dalva.

“Enquanto você sonha, está fazendo o rascunho do seu futuro”

Charles Chaplin

## AGRADECIMENTOS

Meu maior e mais sincero agradecimento sempre será para minha orientadora Maria Cristina dos Santos Costa, carinhosamente, Kita. Me acolheu sem me conhecer sendo paciente e dedicada, além de contribuir imensamente para minha formação pessoal e profissional. Sentirei muita saudade em ser sua aluna!

Também agradeço imensamente aos professores Leandra e Youszef. Compartilharam comigo seus trabalhos e sabedoria. Conhecer o Marajó foi incrível.

À professora Bárbara por todo ensinamento e colaboração com o trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Zoologia (PPGZOO) pela oportunidade de realizar meu mestrado na Universidade Federal do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi. Foi uma experiência incrível na Amazônia.

Ao CNPq pela concessão da bolsa durante esses dois anos, possibilitando minha estadia em Belém. Conhecer essa cidade de cultura tão rica foi um enorme prazer.

A todos os professores das disciplinas que realizei ao longo do mestrado. Pude agregar muito conhecimento em cada aula ofertada.

Aos professores das bancas de qualificação e defesa, por todas as contribuições a cada etapa concluída. Em especial, ao professor Rogério Rosa.

Aos colegas do Laboratório de Zoologia e Ecologia de vertebrados da UFPA, em especial à Larissa pela parceria, e Lorrane por sua atenção e ajuda.

Ao PROCAD pela minha ida à UFG, em Goiânia. Aos professores Rogério Bastos e Natan Maciel, pela recepção e por disponibilizarem o Laboratório de Herpetologia e Comportamento Animal. Professores Marcos Carlucci e Marcus Vinícius Cianciaruso, pelas informações preciosas de diversidade funcional. Aos colegas Rodrigo, Mayra e Cássia pela agradável companhia.

À minha família, pelo amor e apoio. Não foi fácil ficar 2700 quilômetros longe de vocês!

Muito obrigada aos meus amigos do mestrado e doutorado, Híngara, Yulie, Fernando e Tatiane. Pelas diversas discussões, conselhos e apoio nas horas difíceis. Agradeço aos momentos de descontração, tomando aquela gelada no calor de Belém. Híngara principalmente, por ter me acolhido tão bem e sempre tão solícita.

Aos colegas de república e amigos Aline, Maycom e Renan. Vocês foram essenciais, pois tornaram dias difíceis em dias de alegria. Meus paraenses preferidos!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	09
ABSTRACT .....	10
1. INTRODUÇÃO .....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
<b>2.1 Área de estudo</b> .....	13
<b>2.2 Dados de campo</b> .....	15
<b>2.3 Dados de atributos</b> .....	16
<b>2.4 Análises de dados</b> .....	18
<b>2.4.1 Diversidade funcional</b> .....	18
<b>2.4.2 Modelo nulo</b> .....	18
3. RESULTADOS .....	18
<b>3.1 Estrutura das comunidades</b> .....	18
<b>3.2 Diversidade funcional</b> .....	20
<b>3.3 Modelo nulo</b> .....	20
4. DISCUSSÃO .....	21
5. REFERÊNCIAS .....	23
6. ANEXO I .....	28
7. ANEXO II .....	33
8. ANEXO III .....	35



# **Uma abordagem funcional das savanas amazônicas: atributos de anuros em um mosaico de paisagens naturais**

Rosana Campos Paschoalino<sup>1</sup>, Leandra Cardoso Pinheiro<sup>2</sup>, Youszef Oliveira da Cunha Bitar<sup>2</sup>, Bárbara Dunck Oliveira<sup>3</sup> e Maria Cristina dos Santos Costa<sup>1,3</sup>.

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, Pará, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Pará, Faculdade de Ciências Biológicas, *campus* Soure, Marajó, Pará, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Rua Augusto Corrêa 01, Guamá, CEP 66075-110, Fone: 3201-8420, Belém, Pará, Brasil.

Email correspondente: rosanacpaschoalino@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-7840-4054.

Esta dissertação foi redigida de acordo com as normas da revista *Biodiversity and Conservation* (Anexo I), exceto pela língua e pela posição das figuras e anexos.

## **Uma abordagem funcional das savanas amazônicas: atributos de anuros em um mosaico de paisagens naturais**

### **RESUMO**

As comunidades naturais podem ser resultantes da organização de espécies e atributos funcionais selecionados a partir da tolerância a determinadas características ambientais. Estas relacionadas por exemplo, aos diferentes tipos de vegetação e disponibilidade de água, podendo influenciar a diversidade funcional nos ecossistemas. Nós pesquisamos a influência de diferentes fitofisionomias de savanas amazônicas sobre a diversidade funcional de anuros, na Floresta Nacional de Carajás, Brasil. Aplicamos um modelo nulo para pesquisar uma possível divergência dos atributos entre as fitofisionomias, devido às suas diferenças ambientais. Foram realizadas três expedições, nos anos de 2008 e 2010, correspondendo aos períodos chuvoso, seco e transição chuva-seca na Amazônia. Foram amostrados três sítios: as Serras Norte, Sul e Tarzan, com 32 unidades amostrais totais. Cada unidade amostral apresentava o mínimo de 200 metros de distância das demais. O método utilizado para coleta dos espécimes foi por busca ativa com esgotamento de área. A diversidade funcional foi mensurada pelo índice MPD, considerando a ocorrência das espécies nas comunidades. As fitofisionomias não apresentaram diferenças nos valores de diversidade funcional dos anuros. Pelo modelo nulo, observamos convergência funcional, ou seja, as espécies e seus atributos são semelhantes entre as áreas. Assim, entendemos que as paisagens, apesar de estarem distribuídas em um mosaico e serem ambientalmente diferentes, estão todas inseridas em uma mesma matriz de savana amazônica, que por fatores (históricos, escala espacial, ambiente) não permitiu diferenciação das funções desempenhadas pelos anuros em cada fitofisionomia. De qualquer maneira, constatamos que os anuros desempenham importantes funções para os ecossistemas locais.

**Palavras-chave:** Anfíbios, canga, diversidade funcional, modelo nulo, savanas metalófilas

## **A functional approach of Amazonian savannas: anuran traits in a mosaic of natural landscapes**

### **ABSTRACT**

The structure of natural assemblages may result from selection of species and functional traits, according to their tolerance to certain environmental factors, which are related, for example, to vegetation type and water availability, may influencing functional diversity in ecosystems. We investigated the influence of different phytophysiognomies of Amazonian savannas on functional diversity of anurans, in the Carajás National Forest, Brazil. We also investigated a possible divergence of functional traits among the phytophysiognomies due to environmental differences using a null model. Three field expeditions were conducted in 2008 and 2010, during rainy season, dry season and the transition period between rainy and dry seasons. We sampled 32 sample units distributed in three sites: North highland, South highland and Tarzan highland. Each sample unit was distant at least 200 m from each other. Surveys for the presence of anurans were based in active visual and acoustic searches. We calculated functional diversity using the MPD index, considering the occurrence of anurans in each assemblage. Functional diversity of anurans did not differ among the vegetation types. According to null model, there was a functional convergence, that is, the sites are similar in species and functional traits. Our results suggest that despite the mosaic distribution and environmental differences, the landscapes are surrounded by Amazonian savanna matrix, which, due to some factors (historic, spatial, and environmental), did not differ in the functions performed by anurans in each phytophysiognomy. In any case, we found that anurans play important roles in local ecosystem functions.

**Keywords:** Amphibians, *canga*, functional diversity, null model, metallophile savannas

## 1. INTRODUÇÃO

É conhecido que as comunidades são geralmente organizadas e estruturadas ao longo do tempo e do espaço por diferentes processos determinísticos, como as interações bióticas e abióticas (Vasconcelos *et al.* 2010 e Chalmandrier *et al.* 2013). As espécies podem ser selecionadas por exemplo, a partir de suas tolerâncias em relação a determinado ambiente, resultando em comunidades formadas por espécies com características/nichos semelhantes (Mouchet *et al.* 2010). Neste caso, a habilidade competitiva de cada espécie vai levá-la ou à coexistência local com as demais, ou à sua exclusão (De Bello *et al.* 2012). Os processos de estruturação das comunidades também levam à divergência e coexistência de espécies com características/nichos dissimilares (Kraft *et al.* 2015). Para a compreensão dessas diferentes configurações, houve o desenvolvimento de métricas, como a diversidade funcional, que nos permite investigar como as espécies e seus atributos estão distribuídos no ambiente, influenciando o funcionamento dos ecossistemas (Díaz e Cabido 2001 e Calaça e Grelle 2016). Assim, o arranjo funcional das comunidades pode se dar de pelo menos duas maneiras: agrupamento funcional (*functional clustering*) com convergência de espécies funcionalmente similares (Hidasi-Neto *et al.* 2012). Por outro lado, é esperado que os atributos estejam divergindo (*overdispersion*), com a coexistência de espécies funcionalmente dissimilares (Keddy 1992).

Para a compreensão da organização das espécies na formação das comunidades, podemos comparar um dado arranjo com conjuntos funcionais gerados por modelos nulos (valores esperados ao acaso). A partir de um *pool* de espécies, é possível comparar a diversidade funcional esperada (comunidades aleatorizadas pelo modelo nulo) e observada (a partir de um índice adequado) (Chalmandrier *et al.* 2013). Assim, modelos nulos servem para gerar comunidades com valores aleatórios de diversidade funcional, sem a influência de fatores bióticos ou abióticos (De Bello 2012). Como resultado, se a comunidade investigada possuir valores menores de diversidade funcional do que o esperado pelo modelo nulo, podemos inferir convergência dos atributos, com espécies funcionalmente similares. Porém, se a diversidade funcional for maior do que o esperado ao acaso, podemos pressupor que ocorre divergência das espécies e seus atributos (Weiher e Keddy 1995).

As savanas amazônicas possuem uma distribuição de mosaicos naturais, com fauna e flora diferenciada no bioma (Barbosa *et al.* 2007). Isto porque, essa configuração em mosaico é resultante de eventos geológicos e climáticos que afetaram a dinâmica dos cursos d'água, e junto com fatores edáficos, modificaram drasticamente a vegetação, isolando as paisagens de savana das florestas (Leite e Rogers 2013). Os mosaicos das savanas são compostos por diferentes fitofisionomias, com características peculiares, alta heterogeneidade e altas taxas de endemismo, além de uma biodiversidade ainda pouco estudada e caracterizada, principalmente no que se diz respeito à fauna (Carvalho e Mustin 2017). Assim, as características ambientais dessas áreas podem revelar padrões e

mudanças na distribuição e adaptação das espécies, sendo interessantes para testar processos envolvidos na estruturação e organização das comunidades ali presentes. No leste amazônico, as savanas são frequentemente encontradas em grandes altitudes, resultantes do desgaste de paleo-cordilheiras durante o Pré Cambriano, e apresentam três fitofisionomias distintas: capões de mata, campos rupestres e campos brejosos (Ab'Saber 1986). Essas áreas, em especial, estão sob forte impacto da mineração, entre outras atividades antrópicas, destacando ainda mais a importância em conhecermos como as comunidades estão arranjadas, e quais funções são desempenhadas pelas espécies.

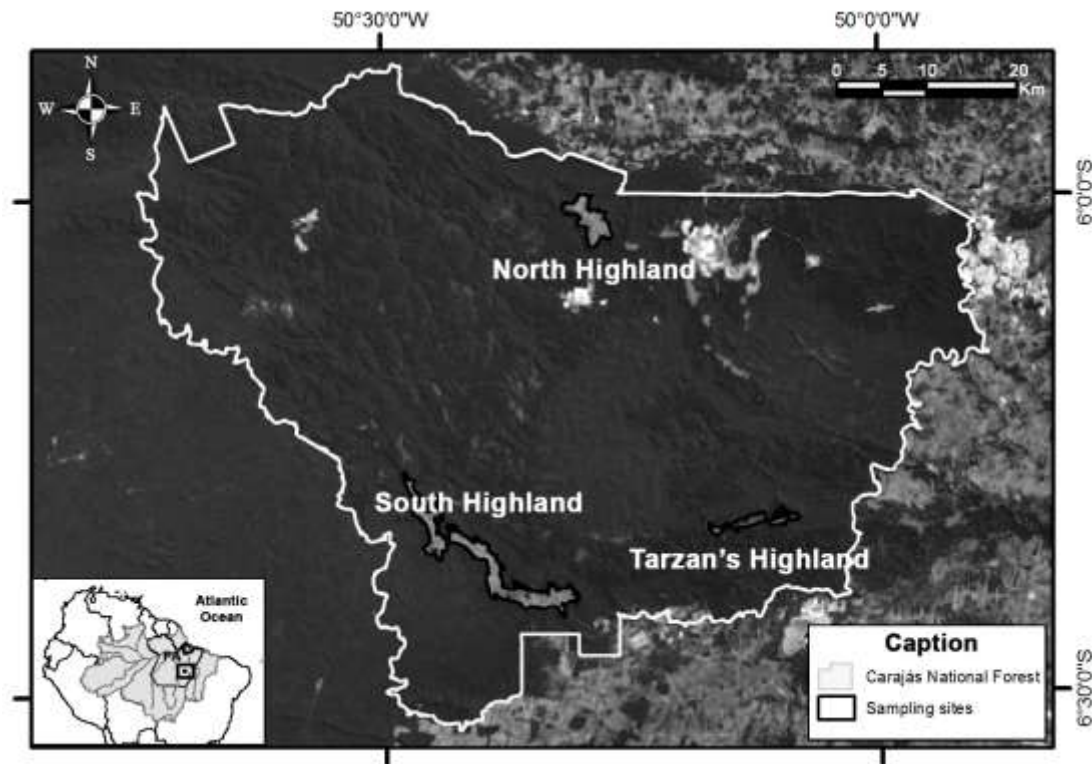
Cada vez mais estudos de comunidades têm sido desenvolvidos com anuros (e.g. Konopik *et al.* 2015; Riemann *et al.* 2017; Pereyra *et al.* 2018 e Ouchi-Melo *et al.* 2018). Com um declínio mundial em suas populações, os anuros são comumente usados em estudos que avaliam como as mudanças ambientais podem afetar a capacidade de distribuição e adaptação das espécies (Rojas-Ahumada *et al.* 2012). São organismos sensíveis às alterações ambientais, antrópicas ou não, devido à forte dependência fisiológica e reprodutiva de água, umidade e temperaturas amenas para a maioria das espécies (Narváez e Bolívar 2016). Também são influenciados pela disponibilidade de microhabitats para a reprodução, como serapilheira, esconderijos (tocas) na água, vegetação e solo, corredeiras e poças temporárias, com cerca de 39 modos reprodutivos descritos (Haddad e Prado 2005 e Souza e Eterovick 2011). Assim, é esperado que exista uma variação na distribuição das espécies e seus modos reprodutivos de acordo com as características do ambiente. Por exemplo, áreas florestadas disponibilizam diferentes microhabitats em relação às áreas abertas, como substratos da vegetação, tipo de corpos d'água e serapilheira. As espécies comuns dessas áreas podem por exemplo, utilizar a serapilheira para desovar, com girinos transportados pelo adulto até água acumulada em bromélias no alto das árvores (Hödl 1990 e Crump 2015). Também utilizam estratos superiores da vegetação para vocalizar, mas descem em poças no chão da floresta para desovar (Rodríguez e Duellmann 1994). As áreas abertas, além de abrigarem espécies com modos reprodutivos basais (ovos e girinos direto na água), também abrigam espécies com modos reprodutivos derivados, mais generalistas e adaptadas à altas temperaturas e menor umidade (Vieira *et al.* 2009). Muitas espécies utilizam ninhos de espuma para garantir umidade e proteção aos ovos e girinos, a fim de evitar o estresse hídrico, podendo usar um mesmo microhabitat para todas as fases da reprodução (Hödl 1990). Em geral, os modos reprodutivos são pontos importantes na história dos anuros, sendo um alto indicativo de como suas comunidades são organizadas (Crump 2015). Assim, as principais funções desempenhadas pelos anuros estão relacionadas ao uso do habitat, reprodução, dieta e características morfológicas, que ajudam a responder como se dá o processo de organização de suas comunidades e da exploração do ambiente pelo grupo (Gómez *et al.* 2015).

Aqui identificamos como determinados atributos funcionais de anuros estão distribuídos em um mosaico de fitofisionomias em áreas de savanas amazônicas, e possíveis diferenças nos valores de diversidade funcional entre elas. Partimos da ideia de fitofisionomias florestadas (e.g. capões de mata), apresentam maior complexidade estrutural e disponibilidade de microhabitats (substratos da vegetação e corpos d'água), permitindo maior diversidade de modos reprodutivos e conseqüentemente, maior desempenho de funções ligadas à reprodução dos anuros. Essas ilhas de vegetação arbórea se destacam em áreas de savana, com a presença de espécies ambientalmente exigentes. Assim, entendemos que as espécies e seus atributos estejam sendo selecionados de maneira divergente entre as fitofisionomias, pois cada uma delas apresenta características ambientais específicas, que favorecem diferentes espécies e atributos funcionais. Diante do exposto, procuramos testar as hipóteses de que: i) a diversidade funcional será maior em áreas florestadas da savana (capão de mata); ii) os atributos funcionais dos anuros divergem entre as fitofisionomias das áreas de savana.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

A Floresta Nacional de Carajás (FLONACA), com 410 mil hectares, é uma das seis unidades de conservação que compõem o mosaico de Carajás. Situa-se na porção leste da Amazônia brasileira e no sudeste do Estado do Pará (05°52' e 06°33'S; 49°53 e 50°45'W) (Fig. 1) (Almeida-Júnior *et al.* 1986). O clima é caracterizado como tropical de savanas (Aw), com dois períodos bem delimitados: seco (maio a outubro) e chuvoso (novembro a abril) (Almeida-Júnior 1986 e Peel *et al.* 2007). A temperatura média anual é cerca de 26,8°C, com precipitação entre 1200 a 2900 mm anuais nas regiões serranas (INPE 2016).



**Fig. 1** Localização da Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. Em destaque, os sítios de amostragem: Serra Norte, Sul e do Tarzan

A vegetação da Floresta Nacional de Carajás é composta por floresta ombrófila densa e aberta (localizada nas encostas das serras), e por áreas com vegetação de savana metalófila (situadas nos topos das serras), conhecidas popularmente como “cangas”. O solo é o fator determinante e limitante para o crescimento da vegetação. Apresenta baixa fertilidade e alta acidez, desenvolvendo-se sobre afloramentos rochosos, compostos basicamente por ferro, com uma fina camada de matéria orgânica (Nunes *et al.* 2015). Esse tipo de vegetação está restrito aos platôs das serras na floresta de Carajás. Podemos tratar estas áreas como “ilhas” de vegetação predominantemente herbáceo-arbustiva, imersas em uma matriz de vegetação florestal, encontradas em altitudes que variam de 450 a 890 metros (Ab’Saber 1986). A área de savana apresenta três fitofisionomias distintas: campos rupestres, capões de mata e campos brejosos (Almeida-Júnior 1986). Os campos rupestres (Fig.2 a, b e c) apresentam afloramentos rochosos, compostos principalmente por ferro, com poucas espécies vegetais desenvolvidas e predomínio de vegetação herbáceo-arbustiva. A formação de corpos d’água lânticos é temporária devido à alta incidência de luz solar, já os sistemas lóticos são permanentes. Durante as chuvas, a paisagem muda drasticamente, com desenvolvimento de vegetação arbórea. Já no período seco, a vegetação perde alguns de seus substratos. Nos campos brejosos (Fig. 2 a e b), o relevo côncavo, com solo impermeável, permite o acúmulo de água e o desenvolvimento de gramíneas. Por fim, os capões de mata (Fig. 2 a e d) apresentam relevo com declives, permitindo o acúmulo de matéria orgânica e a formação de ilhas de vegetação arbórea (Silva *et al.* 1986).



**Fig. 2** a) Mosaico das fitofisionomias que compõem as áreas de savana: Capão de mata (CM), Campo rupestre (CR) e Campo brejoso (CB). b) Campo brejoso com vegetação de gramíneas circundado por campo rupestre. c) Campo rupestre com vegetação herbáceo-arbustiva e predomínio de *Vellozia* sp.. d) Capão de mata (ilha de vegetação arbórea), circundado por campo rupestre

## 2.2 Dados de campo

As expedições foram realizadas nos anos de 2008 e 2010, com amostragens no período chuvoso (janeiro e fevereiro de 2008), seco (setembro de 2008) e no período de transição chuva-seca (maio de 2010). Contamos com três sítios de amostragem distintos: Serra Norte, Serra do Tarzan e Serra Sul (Fig. 1), onde 32 unidades amostrais foram distribuídas nas fitofisionomias de savana: capão de mata (n=11), campos rupestres (n=10) e campos brejosos (n=11). A distância mínima entre cada amostra era de 200 metros. Para evitar a autocorrelação espacial residual de curta distância, as unidades de amostragem ficaram distantes a menos de 200 m, o que parece ser suficiente, considerando que os anuros se movem a curtas distâncias, com base em seu comportamento alimentar e reprodutivo (Sinsch 1990). Além disso, nós pesquisamos as duas unidades amostrais mais próximas entre si no mesmo dia (uma no capão de mata e outra no campo rupestre, por exemplo), tanto no período diurno (14 às 17h), quanto noturno (19 às 22h). A coleta deu-se pelo método de busca ativa



(margeando corpos d'água) por esgotamento de área em cada unidade amostral, e os espécimes encontram-se depositados na coleção herpetológica do Museu Paraense Emílio Goeldi.

### **2.3 Dados de atributos**

Os atributos funcionais utilizados são relacionados ao período de atividade, habitat e modos reprodutivos dos anuros. A escolha se deu devido ao fato desses atributos estarem ligados à reprodução do grupo, e esta ser fortemente influenciada pelo ambiente, principalmente pela disponibilidade de microhabitats. Isso justifica a grande variedade de modos reprodutivos já registrados (Haddad e Prado 2005). Assim, podemos associar os atributos de cada espécie nas diferentes fitofisionomias, e como as mesmas podem influenciar a diversidade funcional nas comunidades. Em nossas análises, consideramos sete atributos funcionais, distribuídos em 34 categorias (Tabela 1). As informações sobre as características selecionadas foram obtidas a partir de registros feitos durante as expedições, e através de buscas em literatura indexada e bancos de dados (Anexo II). Os atributos funcionais são: período de atividade, habitat preferencial do adulto, estratégia reprodutiva, tipos de corpo d'água para reprodução (vocalização e amplexo), sítios de desova, sítios de desenvolvimento dos girinos e presença de cuidado parental.

Tabela 1: Atributos funcionais e respectivas categorias das espécies de anuros.

<b>Atributo</b>	<b>Categoria</b>	<b>Referências</b>
Período de atividade	Diurno/Noturno/Diurno-noturno	Ernst <i>et al.</i> 2006
Habitat preferencial do adulto	Vegetação/Terrestre/Aquático/Fossorial	Ernst <i>et al.</i> 2006 e Pereyra <i>et al.</i> 2018
Estratégia reprodutiva	Reprodução explosiva/Reprodução prolongada	Ernst <i>et al.</i> 2006 e Pereyra <i>et al.</i> 2018
Tipo de corpo d'água para reprodução	Temporário/Permanente/Temporário-permanente/Não usa	Riemann <i>et al.</i> 2017
Sítio de desova	Água lântica/lótica/ninho gelatinoso em folha acima d'água/cordão gelatinoso na superfície d'água/ninho de espuma na água/ninho de espuma na vegetação/ninho de espuma no chão/ninho de espuma em tocas/ovos no dorso do adulto/ovos na serapilheira	Pereyra <i>et al.</i> 2018
Sítio de desenvolvimento dos girinos	Água lântica/lótica/espuma em tocas/na água em troncos caídos e buracos/buracos na margem d'água/desenvolvimento direto/transportados pelo adulto	Zimmerman e Simberlof 1996 e Nowakowski <i>et al.</i> 2017.
Cuidado parental	Sem cuidado parental/Com cuidado parental	Gomez-Mestre <i>et al.</i> 2012

## 2.4 Análises de dados

### 2.4.1 Diversidade funcional

A partir da compilação de dados, duas matrizes foram organizadas: a funcional (Anexo III-Tabela 2) e a de comunidades, com a presença/ausência das espécies. As categorias dos atributos funcionais foram codificadas em variáveis nominais e *dummy*, e transformadas em uma matriz de distância, através do índice de coeficiente geral de similaridade de Gower, desenvolvido para matrizes compostas por variáveis mistas (Pavoine *et al.* 2009). A diversidade funcional entre as fitofisionomias foi analisada através do índice MPD (*Mean Pairwise Distance*). Consiste em uma medida inicialmente proposta para diversidade filogenética, que gera uma média das distâncias par a par entre as espécies que estão co-ocorrendo nas comunidades (Hidasi-Neto *et al.* 2012). Após obtermos os valores de MPD das comunidades, testamos se houve diferença da diversidade funcional entre os tratamentos, pela Análise de Variância de 1 fator (ANOVA *one way*) com teste de *post hoc* de Tukey (HSD).

### 2.4.2 Modelo nulo

Para testar a hipótese de divergência dos atributos funcionais entre as fitofisionomias, aplicamos modelo nulo, que avalia o tamanho de efeito padronizado, comparando valores observados e gerados ao acaso (i.e:  $SES = (DF \text{ observada} - \text{média da } DF \text{ simulada}) / \text{desvio padrão}$ ). Utilizamos o algoritmo *taxa labels*, que tira o efeito da composição das espécies entre as comunidades nas aleatorizações, calculando a distância do vizinho funcional mais próximo (Swenson 2014). O modelo foi testado para cada tratamento isoladamente, caso alguma fitofisionomia possua convergência funcional, e posteriormente em conjunto. Se os valores aleatorizados de MPD são abaixo de zero, indicam convergência funcional, e acima de zero, divergência funcional, e se não diferem, não indicam padrões determinísticos (Dunck *et al.* 2016). Usamos nível de significância de 5% ( $0.025 < p < 0.975$ ). Todas as análises foram realizadas no ambiente livre de programação R versão 3.3.0 (R Development Core Team 2016), onde foram utilizados os pacotes *ade4* (Chessel *et al.* 2014) para construir a matriz de distância funcional, *vegan* (Oksanen *et al.* 2013) e *stats* (Batterham 2006) para a ANOVA, e *picante* (Kembel *et al.* 2010) para MPD e modelo nulo.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Estrutura das comunidades

Cada fitofisionomia apresentou duas espécies exclusivas: *Boana cinerascens* e *Physalaemus cuvieri* (campos brejosos), *Leptodactylus rhodomystax* e *Pipa arrabali* (capão de mata) e *Leptodactylus syphax* e *Pristimantis cf conspicillatus* (campos rupestres) (Tabela 3). Além disso, as

comunidades abrigam diferentes espécies com diferentes categorias funcionais. Por exemplo, nas comunidades do capão de mata, quatro espécies apresentam reprodução explosiva, enquanto que nove espécies com essa mesma característica foram registradas em campos brejosos.

A maioria das espécies apresentou período de atividade noturno, sendo poucas exclusivamente diurnas (*P. cf conspicillatus*, *Allobates gr trilineatus* e *Ameerega flavopicta*). Outras duas espécies apresentaram ambos hábitos diurnos e noturnos (*Adenomera andreae* e *Adenomera hylaedactyla*). Quanto ao habitat preferencial do adulto, a maioria foi associada à vegetação ou solo, sendo apenas uma espécie fossorial (*Elachistocleis ovalis*) e uma aquática (*P. arrabali*). Para o tipo de estratégia reprodutiva, a maioria das espécies apresentou estratégia prolongada, podendo se estender por todo o período chuvoso da Amazônia. Apenas *E. ovalis* possui pico de reprodução explosiva no período chuvoso de no máximo um mês. Encontramos três espécies que são conhecidas por terem cuidado parental. A fêmea de *P. arrabali* carrega seus ovos no dorso, os quais apresentam desenvolvimento direto. *Ameerega flavopicta* e *A. gr trilineatus* possuem ovos terrestres e girinos exotróficos, ou seja, após a eclosão dos ovos na serapilheira, os girinos são transportados pelo adulto para pequenas poças de água na vegetação localizada em substratos mais altos da floresta.

Tabela 3: Espécies de anuros e suas respectivas ocorrências nas três fitofisionomias de savana amazônica na Floresta Nacional de Carajás. Ausência é representada por “-” e presença é representada por “x”.

<b>Espécie</b>	<b>Capão de mata</b>	<b>Campo brejoso</b>	<b>Campo rupestre</b>
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	x	x	x
<i>Scinax gr ruber</i>	x	x	x
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	x	x	-
<i>Dendropsophus minutus</i>	x	x	x
<i>Dendropsophus nanus</i>	x	x	x
<i>Boana cinerascens</i>	-	x	-
<i>Osteocephalus taurinus</i>	x	x	x
<i>Phitecopus hypochondrialis</i>	x	x	x
<i>Rhinella marina</i>	x	x	-
<i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	x	x	x
<i>Elachistocleis ovalis</i>	x	x	x
<i>Physalaemus ephippifer</i>	x	x	x
<i>Physalaemus cuvieri</i>	-	x	-
<i>Pseudopaludicola canga</i>	x	x	x

<i>Adenomera andreae</i>	X	X	X
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	X	X	X
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	X	X	-
<i>Leptodactylus paraensis</i>	X	X	X
<i>Leptodactylus petersii</i>	-	X	X
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	X	-	-
<i>Leptodactylus fuscus</i>	-	X	X
<i>Leptodactylus syphax</i>	-	-	X
<i>Pipa arrabali</i>	X	-	-
<i>Pristimantis cf conspicillatus</i>	-	-	X
<i>Pristimantis fenestratus</i>	X	X	X
<i>Allobates gr trilineatus</i>	X	X	-
<i>Ameerega flavopicta</i>	X	-	X

### 3.2 Diversidade funcional

Quanto à diversidade funcional, constatamos que os valores médios foram iguais entre as fitofisionomias ( $F_{(2, 27)} = 3,051$ ;  $p = 0,064$ ).

### 3.3 Modelo nulo

O algoritmo *taxa labels* indicou agrupamento funcional entre todos os tratamentos ( $df = 29$ ;  $x = -0,675$ ;  $p < 0,005$ ), sendo isoladamente significativo para campos brejosos ( $df = 10$ ;  $x = -1,368$ ;  $p < 0,005$ ) (Tabela 4). O resultado indica convergência funcional, com atributos funcionais mais similares do que o esperado ao acaso.

Tabela 4: Resultados do modelo nulo para os tratamentos de forma isolada e conjunta, com o algoritmo *taxa labels*.

Fitofisionomia	Valor de p e média para <i>taxa labels</i>
Capão de mata	$p = 0,259$ ; média = $-0,457$
Campo brejoso*	$p < 0,002$ ; média = $-1,367$
Campo rupestre	$p = 0,254$ ; média = $-0,242$
Todos os tratamentos*	$p < 0,005$ ; média = $-0,675$

## 4 DISCUSSÃO

Nossos resultados demonstraram que as diferentes fitofisionomias avaliadas não influenciam na diversidade funcional das comunidades de anuros. Pelo modelo nulo, indicaram convergência funcional nas fitofisionomias, quando tratadas em conjunto, vista parcialmente nos campos brejosos. Isso demonstra que as espécies são funcionalmente similares entre si, principalmente as presentes nos brejos. Argumentamos que apesar das fitofisionomias apresentarem diferenças ambientais entre elas, todas encontram-se imersas em uma matriz de savana com vegetação preservada, e por isso apresentam um grau semelhante de complexidade ambiental. Isso pode ser a chave para explicar a diversidade funcional igual entre as áreas. Além do *pool* ser composto predominantemente por espécies generalistas, adaptadas às áreas abertas com variações climáticas, e com uma pequena variação de modos reprodutivos. Assim, devemos levar em consideração dois aspectos: (i) as fitofisionomias estão imersas em uma matriz de savana preservada e (ii) a maioria das espécies registradas nas áreas são generalistas.

Apesar de não termos mensurado e comparado a diversidade funcional em áreas antropizadas, entendemos que justamente por todos nossos tratamentos estarem inseridos em uma área de preservação, a diversidade funcional se manteve. O mosaico de fitofisionomias naturais deste estudo, não proporciona homogeneização da fauna de anuros, que ocorre comumente em áreas degradadas (Konopik *et al.* 2015 e Riemann *et al.* 2017). Nossos resultados diferiram dos demonstrados por Ernst *et al.* (2006) e Flynn *et al.* (2009), que constataram uma drástica redução da diversidade funcional em áreas com menor complexidade ambiental, ou seja, com diferentes níveis de exploração humana, principalmente no uso do solo. Quando falamos em áreas imersas em uma matriz de savana amazônica, significa a proximidade física entre elas, com a adoção de uma escala local, e que todas as fitofisionomias proporcionam condições ambientais semelhantes para o grupo taxonômico em questão. Parris em 2004, já constatava que quanto maior a proximidade espacial, mais semelhantes as comunidades podem ser em termos de composição de espécies. Podemos pensar na mesma conclusão para diversidade funcional. Além disso, mesmo nosso esforço amostral ter sido o mesmo para todas as áreas, os campos rupestres merecem destaque por apresentarem maior distribuição espacial e por circundarem os demais tratamentos. É a fitofisionomia que mais caracteriza as savanas em termos de solo e vegetação. A oscilação no crescimento da vegetação durante os períodos seco e chuvoso, possibilita o surgimento de novos microhabitats para as espécies. Assim, podem ser considerados matrizes para as demais áreas (Schaefer *et al.* 2016).

As fitofisionomias oferecem condições ambientais semelhantes e favoráveis para espécies tanto generalistas quanto especialistas, abrigando espécies compartilhadas e exclusivas de cada área. Sendo assim, a maioria das espécies do *pool* pode ser considerada generalista, ou seja, no âmbito dos atributos funcionais selecionados, são adaptadas tanto para viver e se reproduzir em áreas abertas, quanto em áreas florestadas. Como exemplo, *Osteocephalus taurinus* é uma espécie arborícola

comum de áreas florestadas, mas apresenta um modo reprodutivo basal, com ovos e girinos desenvolvidos em poças temporárias (Gascon 1992). Essas características facilitam sua ocupação em áreas abertas, com microhabitats favoráveis para sua reprodução, sendo uma espécie registrada em todas as fitofisionomias do presente estudo. Já nas áreas de capão de mata, duas espécies foram exclusivas: *Pipa arrabali*, espécie comum de matas fechadas e com hábito de vida aquático (Lima *et al.* 2006), e *Leptodactylus rhodomystax*, altamente dependente de umidade, depositando ninhos de espuma na serapilheira e com girinos se desenvolvendo em poças temporárias, quando não se enterram no chão para evitar dissecação (Lima *et al.* 2006 e Rodrigues *et al.* 2007). Mas nos capões também registramos espécies comuns de áreas abertas como *Rhinella marina* e *Adenomera hylaedactyla*, indicando que a fitofisionomia também proporciona condições ambientais favoráveis para espécies comuns de áreas abertas. Os campos brejosos apresentaram duas espécies exclusivas mas nenhuma exclusividade de atributos funcionais, indicando uma possível redundância funcional, ou seja, diferentes espécies desempenhando funções semelhantes (Díaz e Cabido 2001). A formação dos brejos favorece espécies diretamente dependentes de água para algum momento da reprodução, pois todos os representantes da família Hylidae ocorreram na fitofisionomia. Por fim, *Leptodactylus siphax*, espécie que utiliza sistemas de corredeiras em todas as fases da reprodução (Eterovick e Sazima 2000 e Silva e Giaretta 2009), foram exclusivas de campos rupestres, pois as demais fitofisionomias não possuem ambientes lóticos. Além disso, devemos pensar na possibilidade das espécies serem provavelmente registradas apenas perpassando entre as fitofisionomias em sua área de vida, isto é, buscando forrageio e refúgio, e não necessariamente reprodução (Campos 2015).

Também a grande presença de espécies generalistas entre as áreas pode explicar porque o modelo nulo indicou proximidade funcional entre as espécies nas fitofisionomias. A similaridade poderia gerar um alto nível de competição (Mouchet *et al.* 2010), porém estudos têm indicado que espécies funcionalmente próximas podem coexistir. Além da questão de diferentes habilidades competitivas, no caso dos anuros, a plasticidade fenotípica de seus modos reprodutivos, potencializa a exploração do ambiente e o sucesso reprodutivo (Gomez-Mestre *et al.* 2012). Por exemplo, a escolha de um sítio de desova diferente, devido a fatores como a presença de predadores e oscilação na umidade do ar, diminui os níveis de competição (Touchon e Warkentin 2008). No caso dos anuros, também não temos dúvidas da importância do papel do ambiente na distribuição das espécies e na organização de suas comunidades (Vasconcelos *et al.* 2010). Estudos mostraram a importância de determinadas características ambientais e da diversidade de microhabitats para as espécies, como a presença de vegetação ripária e qualidade da água (Parris 2004). Também a influência de variáveis climáticas e geográficas, como temperatura, precipitação anual e altitude (Vasconcelos *et al.* 2010). Além disso, diferentes escalas espaciais podem indicar diferentes processos estruturando as comunidades (Rojas-Ahumada *et al.* 2012). No presente estudo, com um *pool* de espécies semelhante

entre o tratamentos, é possível considerar que a escala local adotada possa ter revelado agrupamento funcional, principalmente nos campos brejosos. Argumentamos que essa fitofisionomia, por apresentar um relevo propício ao acúmulo de água durante a estação chuvosa, possui uma vegetação do tipo gramínea que serve de habitat para hilídeos, como os do gênero *Dendropsophus* (Both *et al.* 2008 e Lima *et al.* 2015). A disposição da vegetação em contato com a água também favorece espécies que constroem seus ninhos de espuma nesse microambiente, como *Physalaemus cuvieri* e *Leptodactylus petersii* (Toledo *et al.* 2003; Pombal Júnior e Haddad 2005 e Neckel-Oliveira *et al.* 2012).

Nosso estudo revela uma das inúmeras facetas da diversidade presente nas áreas de savana na Amazônia. Importante ressaltar que usamos um determinado conjunto de atributos funcionais para os anuros, dentro de inúmeras possibilidades. Com o uso de diferentes conjuntos de atributos para a mesma comunidade, podemos detectar diferentes padrões de diversidade funcional (Tsianou e Kallimanis 2015). Nós trabalhamos com o máximo possível da compilação de dados, focando no maior número de informações possíveis a respeito dos atributos das espécies registradas. Apesar de não termos encontrado maior diversidade funcional em nenhuma fitofisionomia, as savanas de Carajás apresentam espécies com importantes funções na manutenção dos ecossistemas locais. Entendemos que existe uma forte relação do ambiente com os modos reprodutivos dos anuros, onde as fitofisionomias de savana favorecem e mantêm espécies endêmicas, comuns da floresta ombrófila e oriundas de outras regiões abertas do Brasil. Possivelmente, com o aumento desenfreado da exploração de minérios em Carajás, haverá uma redução na complexidade ambiental das savanas e conseqüentemente, uma redução na diversidade das comunidades locais, além da perda de informações ecológicas que ainda não foram registradas. A ideia é que mais estudos sejam feitos, principalmente com comunidades de anuros próximas da área de mineração. Por isso, queremos através do uso da diversidade funcional, ressaltar a importância dessas áreas, levar informação para as autoridades responsáveis e recrutar estudos sobre a fauna e a ecologia de uma das regiões de maior importância econômica do Brasil. No entanto, também recomendamos estudos comparando a composição da comunidade e os padrões de estruturação entre as savanas apresentadas no topo da serra de Carajás e as florestas tropicais contínuas entre elas.

## 5 REFERÊNCIAS

Ab'Saber A (1986) Geomorfologia da região. Em: Carajás: Desafio político, ecologia e desenvolvimento, 1st ed (ed J. Almeida Jr.) pp. 88-124. Brasiliense, São Paulo

Almeida-Júnior J.M.G (1986) Carajás: Desafio político, Ecologia e Desenvolvimento. CNPq, 1st ed. Brasiliense, São Paulo



- Barbosa RI, Campos C, Pinto F e Fearnside PM. s/d (2007) The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and conservation of Brazil's Amazonian savannas. *Functional Ecosyst Assemblages*
- Batterham AM (2006) Sad Stats. (statistics package software) (Product/service evaluation). *Sportsciences News*, [1174-0698] Vol.: 10 p.: 56
- Both C, Kaefer IL, Santo TG e Cechin STZ (2008) An austral anuran assemblage in the Neotropics: seasonal occurrence correlated with photoperiod. *J Nat Hist*, <http://dx.doi.org/10.1080/00222930701847923>
- Calaça AM e Grelle CEV (2016) Diversidade funcional de comunidades: discussões conceituais e importantes avanços metodológicos. *Oecologia Australis*, <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2016.2004.01>
- Campos CE (2015) Ecologia de comunidades e comportamento reprodutivo de anfíbios anuros em savana amazônica. Tese (Doutorado em Psicobiologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. CDU 597.8
- Carvalho WD e Mustin K (2017) The highly threatened and little known Amazonian savannahs. *Nat*, <http://dx.doi.org/10.1038/s41559-017-0100>
- Chalmandrier L, Münkemüller T, Gallien L, de Bello F, Mazel F, Lavergne S e Thuiller W (2013) A family of nullmodels to distinguish between environmental filtering and biotic interactions in functional diversity patterns. *J Veg Sci*, <http://dx.doi.org/10.1111/jvs.12031>
- Chessel D, Dufour AB e Thioulouse J (2014) The ade4 package - I : One-table methods. *R News* 4: 5–10 <Disponível em <https://www.r-project.org/doc/Rnews/bib/Rnewsbib.html>>
- De Bello F (2012) The quest for trait convergence and divergence in assemblage assembly: are null-models the magic wand? *Glob Ecol Biogeogr*, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1466-38.2011.00682.x>
- De Bello F *et al.* (2012) Functional species pool framework to test for biotic effects on assemblage assembly. *Ecology*, 93(10), 2012, pp. 2263–2273
- Díaz S e Cabido M (2001) Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem Processes. *Trends Ecol Evol*, PII: S0169-5347(01)02283-2
- Dunck B, Algarte VM, Cianciaruso MV e Rodrigues L (2016) Functional diversity and trait–environment relationships of periphytic algae in subtropical floodplain lakes. *Ecol Indic*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.060> 1470-160X
- Ernst R, Linsenmair K.E e Rödel M.O (2006) Diversity erosion beyond the species level: Dramatic loss of functional diversity after selective logging in two tropical amphibian assemblages. *Biol Conserv*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2006.05.028>
- Eterovick PC e Sazima I (2000) Description of the tadpole of *Leptodactylus syphax*, with a comparison of morphological and ecological characters of tadpoles and adults of the species in the *L. pentadactylus* group (Leptodactylidae, Anura). *Amphibia-Reptilia*, 21: 341-350
- Flynn *et al.* (2009) Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecol Lett*, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01255.x>

Gascon C (1992) Spatial Distribution of *Osteocephalus taurinus* and *Pipa arrabali* in a Central Amazonian Forest. *Copeia*, pp. 894-897

Gomez-Mestre I, Pyron RA e Wiens JJ (2012) Phylogenetic analyses reveal unexpected patterns in the evolution of reproductive modes in frogs. *Evol*, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1558-5646.2012.01715.x>

Gómez AM, Pinilha MP e Cardona NU (2015) Protocolo para la medición de rasgos funcionales em anfíbios. Em: *La Ecología Funcional como aproximación al estudio, manejo y conservación de la biodiversidad: protocolos y aplicaciones*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia. 236 pp

Haddad CFB e Prado CPA (2005) Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic Forest of Brazil. *BioScience*, p. 207–217

Hidasi-Neto J, Barlow J e Cianciaruso MV (2012) Bird functional diversity and wildfires in the Amazon: the role of forest structure. *Anim Conserv*, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-1795.2012.00528.x>

INPE (2016) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <<http://www.inpe.br/>>. Acessado em 30 de Setembro de 2016

Keddy PA (1992) Assembly and Response Rules: Two Goals for Predictive Assemblage Ecology. *J Veg Sci*, Vol. 3, No. 2, pp. 157-164

Kembel S, Cowan WPD, Helmus MR, Cornwell WK, Morlon H, Ackerly DD, Blomberg SP e Webb CO (2010) Picante: r tools for integrating phylogenies and ecology. *Bioinform*, 26: 1463–1464

Konopik O, Steffan-Dewenter I e Grafe Tu (2015) Effects of Logging and Oil Palm Expansion on Stream Frog Assemblages on Borneo, Southeast Asia. *Biotropica*, <http://dx.doi.org/10.1111/btp.12248>

Kraft NJB, Adler PB, Godoy O, James EC, Fuller S e Levine LM (2015) Assemblage assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. *Functional Ecol*, <http://dx.doi.org/10.1111/1365-2435.12345>

Leite RN e Rogers DS (2013) Revisiting Amazonian phylogeography: insights into diversification hypotheses and novel perspectives. *Org Diversity Evol*, <http://dx.doi.org/10.1007/s13127-013-0140-8>

Lima AP, Magnusson WE, Menin M, Erdtmann LK, Rodrigues DJ, Keller C e Hödl W (2006) Guide to the Frogs of Reserva Adolph Ducke- Central Amazonia. Ed. Áttema. ISSN: 85-99387-01-4

Lima JR, Galatti U, Lima CJ, Fáveri SB, Vasconcelos HL e Neckel-Oliveira S (2015) Amphibians on Amazonian Land-Bridge Islands are Affected More by Area Than Isolation. *Biotropica*, <http://dx.doi.org/10.1111/btp.12205>

Mouchet MA, Villéger S, Mason NWH e Mouillot D (2010) Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate assemblage assembly rules. *Functional Ecol*, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01695>

- Narváez J.M e Bolívar W (2016) Complementary Ecological Approaches to Understand Decreases in Frog Diversity in Altered Andean Ecosystems. *South American J Herpetol*, <http://dx.doi.org/10.2994/SAJH-D-15-00015.1>
- Neckel-Oliveira S, Galatti U, Gordo M, Pinheiro LC e Maschio G (2012) Anfíbios. Em: *Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres*. ISBN: 978-62658-05-017. ed. Rona
- Nowakowski AJ, Thompson ME e Donnelly MA (2017) Amphibian sensitivity to habitat modification is associated with population trends and species traits. *Glob Ecol Biogeogr*, <http://dx.doi.org/10.1111/geb.12571>
- Nunes J.A, Schaefer CE, Ferreira-Júnior W.G, Neri AV, Correa GR e Enright NJ (2015) Soil-vegetation relationships on a banded ironstone ‘island’, Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. *Ann Braz Acad Sci*, <http://dx.doi.org/10.1590/0001-376520152014-0106>
- Oksanen J *et al.* (2013) *Vegan: assemblage ecology package*. R package version 20-9 2013. <Disponível em <https://cran.r-project.org/package=vegan>>
- Parris KM (2004) Environmental and spatial variables influence the composition of frog assemblages in sub-tropical eastern Australia. *Ecogr*, ISSN 0906-7590
- Pavoine S, Vallet J, Dufour A, Gachet S e Daniel H (2009) On the challenge of treating various types of variables: application for improving the measurement of functional diversity. *Oikos*, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2009.16668.x>
- Peel MC, Finlayson BL e McMahon TA (2007) Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol Earth Syst Sci Discuss*, European Geosciences Union, 2007, 4 (2), pp.439-473. <hal-00298818>
- Pereyra LC, Akmentins MS, Vaira M, Moreno CE (2018) Disentangling the multiple components of anuran diversity associated to different land-uses in Yungas forests, Argentina. *Anim Conserv*, <http://dx.doi.org/10.1111/acv.12406>
- Pombal-Júnior JP e Haddad CFB (2005) Estratégias e modos reprodutivos de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. *Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo*, ISSN: 1807- 0205 (online)
- R Development Core Team (2016) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, <http://www.R-project.org>
- Riemann JC, Ndriantsoa SH, Rödel MO e Glos J (2017) Functional diversity in a fragmented landscape — Habitat alterations affect functional trait composition of frog assemblages in Madagascar. *Glob Ecol Conserv*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gecco.2017.03.005>
- Rodrigues JD, Menin M e Lima AP (2007) Redescription of the tadpole of *Leptodactylus rhodomystax* (Anura: Leptodactylidae) with natural history notes. *Zootaxa*, ISSN 1175-5334
- Rojas-Ahumada DP, Landeiro VL e Menin M (2012) Role of environmental and spatial process in structuring anuran assemblages across a tropical rain forest. *Austral Ecol*, <http://doi.org/10.1111/j.1442-9993.2011.02330.x>

- Schaefer *et al.* (2016) The Physical Environment of Rupestrian Grasslands (Campos Rupestres) in Brazil: Geological, geomorphological and pedological characteristics, and interplays. Ecology and Conservation of Mountaintop grasslands in Brazil (pp.15-53), Capítulo 2, [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-29808-5\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-29808-5_2)
- Silva MF, Menezes NL, Cavalcante PB e Joly CA (1986) Estudos botânicos: histórico, atualidade e perspectivas. Em: Carajás: Desafio político, ecologia e desenvolvimento, 1st ed (ed J. Almeida Jr.), pp. 88–124. Brasiliense, São Paulo
- Silva W.R e Giaretta A.A (2009) On the natural history of *Leptodactylus syphax* with comments on the evolution of reproductive features in the *L. pentadactylus* species group (Anura, Leptodactylidae). J Nat Hist, <http://dx.doi.org/10.1080/00222930802484618>
- Sinsch U (1990) Migration and orientation in anuran amphibians. Ethol Ecol Evol, 2:1, 65-79
- Souza AM e Eterovick PC (2011) Environmental factors related to anuran assemblage composition, richness and distribution at four large rivers under varied impact levels in southeastern Brazil. River Res Appl, 1023–1036, <http://dx.doi.org/10.1002/rra.1410>
- Swenson NG (2014) Functional and Phylogenetic Ecology in R. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-9542-0>
- Tisianou MA e Kallimanis AS (2015) Different species traits produce diverse spatial functional diversity patterns of amphibians. Biodivers Conserv, <http://dx.doi.org/10.1007/s10531-015-1038-x>
- Toledo L.F, Zina J e Haddad CFB (2003) Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anfíbios anuros do município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. Holos Environ, ISSN: 1519-8421
- Touchon JC e Warkentin KM (2008) Reproductive mode plasticity: Aquatic and terrestrial oviposition in a treefrog. PNAS, [http://dx.doi.org/10.1073\\_pnas.0711579105](http://dx.doi.org/10.1073_pnas.0711579105)
- Vasconcelos TS, Santos TG, Haddad CFB e Rossa-Feres DC (2010) Climatic variables and altitude as predictors of anuran species richness and number of reproductive modes in Brazil. J Tropical Ecol, <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467410000167>
- Weiher E e Keddy PA (1995) Assembly Rules, Null Models, and Trait Dispersion: New Questions from Old Patterns. Oikos, Vol. 74, No. 1 (Oct., 1995), pp. 159-164
- Zimmerman BL e Simberloff D (1996) An historical interpretation of habitat use by frogs in a Central Amazonian Forest. J Biogeogr, 23, 27-46

## 6 ANEXO I

### Normas da revista *Biodiversity and Conservation*

#### **Language**

The journal's language is English. British English or American English spelling and terminology may be used, but either one should be followed consistently throughout the article. Authors are responsible for ensuring the language quality prior to submission.

#### **Spacing**

Please double-space all material, including notes and references.

#### **Nomenclature**

This is not a taxonomic journal and does not publish new scientific names of species or other ranks except in exceptional circumstances. The correct names of organisms conforming with the international rules of nomenclature must be used, but author citations of names are to be omitted except in exceptional cases where full bibliographic references to the original publication are justified.

#### **Title Page**

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, and telephone number(s) of the corresponding author
- If available, the 16-digit ORCID of the author(s)

#### **Abstract**

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

#### **Keywords**

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

#### **Text Formatting**

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.

- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.
- Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

### **Headings**

Please use no more than three levels of displayed headings.

### **Abbreviations**

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

### **Acknowledgments**

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

### **Citation**

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al.. 1995a, b; Kelso and Smith 1998; Medvec et al.. 1999, 2000).

### **Reference list**

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work. Order multi-author publications of the same first author alphabetically with respect to second, third, etc. author. Publications of exactly the same author(s) must be ordered chronologically.

- Journal article  
Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0955-8>  
Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al.” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al. (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

- Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. <https://doi.org/10.1007/s001090000086>

- Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

- Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

- Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

- Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure*. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

- ISSN LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

### **Tables**

- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

### **Electronic Figure Submission**

- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.

- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.
- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.
- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

### **Figure Numbering**

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).
- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

### **Figure Captions**

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.



- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

### **Figure Placement and Size**

- Figures should be submitted separately from the text, if possible.
- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

### **Accessibility**

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (colorblind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

### **Electronic Supplementary Material**

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Before submitting research datasets as electronic supplementary material, authors should read the journal's Research data policy. We encourage research data to be archived in data repositories wherever possible.

### **Submission**

- Supply all supplementary material in standard file formats.

- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

### **Text and Presentations**

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

### Spreadsheets

- Spreadsheets should be submitted as .csv or .xlsx files (MS Excel).

## **7 ANEXO II**

### **Material suplementar 1. Fonte de dados dos atributos funcionais.**

#### **Referências**

#### **Artigos**

Bernarde PS (2007) Ambientes e temporada de vocalização da anurofauna no Município de Espigão do Oeste, Rondônia, Sudoeste da Amazônia - Brasil (Amphibia: Anura). *Biota Neotropica*, bn01507022007

Both C, Kaefer IL, Santo TG e Cechin STZ (2008) An austral anuran assemblage in the Neotropics: seasonal occurrence correlated with photoperiod. *J Nat Hist*, <http://dx.doi.org/10.1080/00222930701847923>

Eterovick PC e Sazima I (2000) Description of the tadpole of *Leptodactylus siphax*, with a comparison of morphological and ecological characters of tadpoles and adults of the species in the *L. pentadactylus* group (Leptodactylidae, Anura). *Amphibia-Reptilia*

Gascon C (1992) Spatial Distribution of *Osteocephalus taurinus* and *Pipa arrabali* in a Central Amazonian Forest. *Copeia*, pp. 894-897

Giaretta AA, Menin M, Facure KG, Kokubum MNC e Oliveira Filho JC (2008) Species richness, relative abundance, and habitat of reproduction of terrestrial frogs in the Triângulo Mineiro region, Cerrado biome, southeastern Brazil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre

Hödl W (1990) An Analysis of Foam Nest Construction in the Neotropical Frog *Physalaemus ephippifer* (Leptodactylidae). *Copeia*, pp. 543-554

Hödl W (1990) Reproductive diversity in Amazonian lowland frogs. *Fortschritte Zool*

Lima JR, Galatti U, Lima CJ, Fáveri SB, Vasconcelos HL e Neckel-Oliveira S (2015) Amphibians on Amazonian Land-Bridge Islands are Affected More by Area Than Isolation. *Biotropica*, <http://dx.doi.org/10.1111/btp.12205>

Oda FH, Bastos RP e Lima MA (2009) Taxocenose de anfíbios anuros no Cerrado do Alto Tocantins, Niquelândia, Estado de Goiás: diversidade, distribuição local e sazonalidade. *Biota Neotropica*, vol. 9, no. 4

Pansonato A, Morais DH, Ávila RW, Kawashita-Ribeiro RA, Strüssmann C e Martins IA (2012) A new species of *Pseudopaludicola* Miranda-Ribeiro, 1926 (Anura: Leiuperidae) from the state of Mato Grosso, Brazil, with comments on the geographic distribution of *Pseudopaludicola canga* Giaretta & Kokubum, 2003. *Zootaxa*, ISSN: 1175-5334 (online)

Pombal-Júnior JP e Haddad CFB (2005) Estratégias e modos reprodutivos de anuros (Amphibia) em uma poça permanente na Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil. *Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo*, ISSN: 1807- 0205 (online)

Prado CPA, Uetanabaro M e Haddad CFB (2002) Description of a New Reproductive Mode in *Leptodactylus* (Anura, Leptodactylidae), with a Review of the Reproductive Specialization toward Terrestriality in the Genus. *Copeia*, p. 1128-1133

Prado CPA, Uetanabaro M e Haddad CFB (2005) Breeding activity patterns, reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia*

Riva I, Marquez R e Bosch J (1996) Advertisement Calls of Four Microhylid Frogs from Bolivia (Amphibia, Anura). *Am Midl Nat*, Vol. 136, No. 2, pp. 418-422

Schulze A e Jansen M (2012) One species, two strategies? Oviposition site variation in a member of the *Leptodactylus pentadactylus* group (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). *Studies Neotropical Fauna Environ*, <http://dx.doi.org/10.1080/01650521.2012.711102>

Silva W.R e Giaretta A.A (2009) On the natural history of *Leptodactylus syphax* with comments on the evolution of reproductive features in the *L. pentadactylus* species group (Anura, Leptodactylidae). *J Nat Hist*, <http://dx.doi.org/10.1080/00222930802484618>

Telles DOC, Vaz SAF e Menin M (2013) Reproductive biology, size and diet of *Hypsiboas cinerascens* (Anura: Hylidae) in two urban forest fragments in Central Amazonia, Brazil. *Phyllomedusa*, ISSN: 2316-9079 (online)

Toledo L.F, Zina J e Haddad CFB (2003) Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anfíbios anuros do município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Holos Environ*, ISSN: 1519-8421

Toledo L.F e Haddad CFB (2005) Reproductive biology of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae) in south-eastern Brazil. *J Nat Hist*, <http://dx.doi.org/10.1080/00222930500221403>

## Livros

Crump ML (1974) *Reproductive Strategies in a Tropical Anuran Community*. Natural History Museum, The University of Kansas. N°61

Lima AP, Magnusson WE, Menin M, Erdtmann LK, Rodrigues DJ, Keller C e Hödl W (2006) Guide to the Frogs of Reserva Adolph Ducke- Central Amazonia. Ed. Áttema. ISSN: 85-99387-01-4

Neckel-Oliveira S, Galatti U, Gordo M, Pinheiro LC e Maschio G (2012) Anfíbios. Em: Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres. ISBN: 978-62658-05-017. ed. Rona

Rodríguez LO e Duellman WE (1994) Guide to the frogs of the Iquitos region, Amazonian Peru. Natural History Museum, The University of Kansas

### Bancos de dados online

AmphibiaWeb (2018) <<https://amphibiaweb.org>> Universidade da Califórnia, Berkeley, CA, USA. Acessado em 25 de Janeiro de 2017

IUCN (2016) IUCN Red list of Threatened Species. Version 2016-3 <<http://www.iucnredlist.org/>>. Acessado em 30 de Setembro de 2016

## 8 ANEXO III

Tabela 2: Matriz de atributos e respectivas categorias para 27 espécies da Floresta Nacional de Carajás. Atividades dos anuros: período de atividade (PA); habitat preferencial de adulto (HPA); tipo de corpo d'água para reprodução (TCPR); sítio de desova (SD); sítio de desenvolvimento do girino (SDG); estratégia reprodutiva (ER) e cuidado parental (CP)

<b>Espécie</b>	<b>PA</b>	<b>HPA</b>	<b>TCPR</b>	<b>SD</b>	<b>SDG</b>	<b>ER</b>	<b>CP</b>
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	Not	Veg	none	lent	tlent	a	b
<i>Scinax gr ruber</i>	Not	Veg	none	lent	tlent	a	b
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	Not	Veg	temp_perm	lent	tlent	a	b
<i>Dendropsophus minutus</i>	Not	Veg	none	lent	tlent	a	b
<i>Dendropsophus nanus</i>	Not	Veg	Temp	lent	tlent	a	b
<i>Boana cinerascens</i>	Not	Veg	none	lent	tlent	a	b
<i>Osteocephalus taurinus</i>	Not	Veg	none	lent	tlent	a	b
<i>Pithecopus hypochondrialis</i>	Not	Veg	none	jelly	tlent	a	b
<i>Rhinella marina</i>	Not	Terr	temp_perm	cordao	tlent	a	b

<i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	Not	Terr	temp_perm	cordao	tlent	a	b
<i>Elachistocleis ovalis</i>	Not	Foss o	temp_perm	lent	tlent	b	b
<i>Physalaemus ephippifer</i>	Not	Terr	Temp	foam_wat	tlent	a	b
<i>Physalaemus cuvieri</i>	Not	Terr	Temp	foam_veg	tlent	a	b
<i>Pseudopaludicola canga</i>	Not	Terr	Temp	lent	tlent	a	b
<i>Adenomera andreae</i>	Diu_no t	Terr	none	esp_toca	foam_ burro w	a	b
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	Diu_no t	Terr	none	esp_toca	foam_ burro w	a	b
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	Not	Terr	Temp	foam_wat	tlent	a	b
<i>Leptodactylus paraensis</i>	Not	Terr	none	esp_chao	wat_tr ee	a	b
<i>Leptodactylus petersii</i>	Not	Terr	Temp	foam_veg	tlent	a	a
<i>Leptodactylus rhodomystax</i>	Not	Terr	none	esp_chao	tlent	a	b
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Not	Terr	Temp	esp_toca	tlent	a	b
<i>Leptodactylus syphax</i>	Not	Terr	Perm	lot	tlot	a	b
<i>Pipa arrabali</i>	Not	Aqu a	temp_perm	dorsum	direct	a	a
<i>Pristimantis conspicillatus</i>	cf Diu	Veg	none	serrap	direct	a	b
<i>Pristimantis cf fenestratus</i>	Not	Veg	none	serrap	direct	a	b
<i>Allobates gr trilineatus</i>	Diu	Terr	Temp	serrap	carrie d	a	a
<i>Ameerega flavopicta</i>	Diu	Terr	Temp	serrap	carrie d	a	a

Categorias de atributos: **PA**: Diu (diurno), Not (noturno) e Diu\_not (diurno e noturno). **HPA**: Veg (vegetação), Terr (terrestre), Fosso (fossorial) e Aqua (aquático). **TCPR**: none (não usa), Temp (temporário), Perm (permanente) e temp\_perm (temporário-permanente). **SD**: lent (ovos em água

lêntica), jelly (ninhos gelatinosos em folhas acima d'água), cordao (cordão gelatinoso na superfície d'água), foam\_wat (ninho de espuma na água), foam\_veg (ninho de espuma na vegetação próxima à água), esp\_toca (ninhos de espuma em tocas), esp\_chao (ninhos de espuma no chão), lot (ovos em água lótica), dorsum (ovos no dorso do adulto) e serrap (ovos na serapilheira). **SDG**: tlent (girinos em água lêntica), foam\_burrow (girinos em espumas em tocas), wat\_tree (girinos na água, em buracos e troncos caídos), tlot (girinos em água lótica), direct (desenvolvimento direto dos girinos) e carried (girinos transportados para água pelo adulto). **ER**: “a” representa estratégia prolongada, e “b” representa estratégia explosiva. **CP**: “a” significa presença de cuidado parental, e “b” significa ausência de cuidado parental.