

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
UNIFAL - MG**

FÁBIO FREIRE DINIZ

**SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS TRÓFICOS MAS NÃO DE
TAMANHO CORPORAL ENTRE TRÊS ESPÉCIES DO
GÊNERO *HYPISIBOAS* (ANURA, HYLIDAE) DENTRO
E FORA DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO
ECOTONAL**

**Alfenas – MG
2013**

FÁBIO FREIRE DINIZ

**SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS TRÓFICOS MAS NÃO DE
TAMANHO CORPORAL ENTRE TRÊS ESPÉCIES DO
GÊNERO *HYPISIBOAS* (ANURA, HYLIDAE) DENTRO
E FORA DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO
ECOTONAL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Meio Ambiente, Sociedade e Diversidade Biológica.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Xavier da Silva

**Alfenas – MG
2013**

Diniz, Fábio Freire.

Sobreposição de nicho trófico mas não de tamanho corporal entre três espécies do gênero *Hypsiboas* (anura, hylidae) dentro e fora de uma unidade de conservação ecotonal / Fábio Freire Diniz. - 2013. 80 f. -

Orientador: Vinícius Xavier da Silva.
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2013.
Bibliografia.

1. Anfíbio. 2. Biomassa. 3. Dieta. 4. Cerrados - Brasil. 5. Mata Atlântica. I. Silva, Vinícius Xavier da. II. Título.

CDD: 597.878



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Alfenas / UNIFAL-MG
Programa de Pós-graduação – Ecologia e Tecnologia Ambiental

Rua Gabriel Monteiro da Silva, 714. Alfenas - MG CEP 37130-000
Fone: (35) 3299-1419 (Coordenação) / (35) 3299-1392 (Secretaria)
www.unifal-mg.edu.br/ppgecoambiental/



FÁBIO FREIRE DINIZ

SOBREPOSIÇÃO DE NICHOS TRÓFICOS, MAS NÃO DE TAMANHO CORPORAL ENTRE TRÊS ESPÉCIES DO GÊNERO HYPISIBOAS (ANURA, HYLIDAE) DENTRO E FORA DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO ECOTONAL.

A Banca examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Alfenas. Linha de Pesquisa: Meio Ambiente, Sociedade e Diversidade Biológica.

Aprovado em: 13/06/13

Prof. Dr. Vinícius Xavier da Silva
Instituição: UNIFAL-MG

Assinatura:

Prof.^a Dr.^a Maria Rita Silvério Pires
Instituição: UFOP

Assinatura:

Prof.^a Dr.^a Maria José dos Santos Wisniewski
Instituição: UNIFAL-MG

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Achilles e Sofia, minha irmã Flávia, e toda minha família por toda atenção, carinho e apoio sempre dedicado.

A namorada Dayana por aturar todos os meus estresses.

Aos meus quase vizinhos, Maciel, Flávia e Livinha por todo apoio e amizade.

Ao meu orientador Prof. Vinícius, pela paciência e disposição durante todo o tempo.

Aos colegas Felipe, Ennio, Adriele e, em especial, a Joice e Josiane que trabalharam arduamente durante as coletas no campo e nas análises no laboratório.

A todos os professores e alunos do PPG-ETA, em especial aqueles que, além de colegas, se tornaram grandes amigos.

À Universidade Federal de Alfenas pela oportunidade oferecida.

A vocês, muito obrigado.

RESUMO

Dieta e tamanho do corpo são características muito importantes, intuitivamente relacionadas e relativamente fáceis de estudar em anfíbios. O referencial teórico estabelece que espécies proximamente relacionadas tendem a ser similares devido à origem ancestral comum. Quando as espécies estão em sintopia, a seleção natural tende a segregá-las de alguma forma (deslocamento de caracteres), o que reduz a competição interespecífica. Esses conceitos também estão relacionados ao uso potencial da dieta e do tamanho do corpo como bioindicadores. Ambientes com recursos alimentares limitados, por exemplo, tendem a intensificar a competição, o que pode se refletir no tamanho médio dos indivíduos. O objetivo desse estudo foi procurar por diferenças na dieta e tamanho do corpo de três espécies de pererecas do gênero *Hypsiboas* entre dois tipos de habitat: dentro de uma unidade de conservação (habitat protegido) e no seu entorno (habitat mais degradado). A dieta não variou entre espécies e ambientes, mas duas das três espécies foram, em média, maiores na área protegida que nos seus arredores. As diferenças de tamanho entre essas duas espécies foram mais pronunciadas na área mais degradada, sugerindo outra causa ecológica, que não a dieta, para este fenômeno.

Palavras-chave: Anfíbio. Biomassa. Dieta. Cerrados - Brasil. Mata Atlântica.

ABSTRACT

Diet and body size are very important, intuitively related, and relatively easy to study characteristics in amphibians. The theoretical understanding is that closely related species tend to be similar due to their common ancestral origin. When species are in syntopy, natural selection tends to segregate them in some way (character displacement), which reduces competition among species. These concepts are also related to the potential use of diet and body size as bioindicators. Environments with limited food resources, for example, tend to intensify competition, which may be reflected in the average body size of individuals. The aim of this study was to examine differences in diet and body size in three species of treefrogs of the genus *Hypsiboas* between two habitat types: within a conservation area (protected) and in the habitat surrounding the conservation area (more degraded). Diet did not vary among species or environments, but two of the three species were, on average, larger in the protected area than in its surroundings. The size differences between these two species were also more pronounced in the most degraded area, suggesting an ecological cause other than diet for this phenomenon.

Keywords: Amphibian. Biomass. Diet. Cerrado - Brazil. Atlantic Forest.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	DESENVOLVIMENTO	11
2.1	Dieta de anfíbios	11
2.2	Tamanho corporal de anfíbios	16
2.3	Deslocamento de caracteres	20
2.4	Área de estudo	21
2.5	Anfíbios como bioindicadores	23
3	JUSTIFICATIVA	26
4	OBJETIVOS	28
4.1	Objetivos específicos	28
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
	SEGUNDA PARTE	42
	ARTIGO: THE OVERLAP OF TROPHIC NICHE BUT NOT BODY SIZE AMONG THREE SPECIES OF THE GENUS <i>HYPISBOAS</i> (ANURA, HYLIDAE) WITHIN AND OUTSIDE AN ECOTONAL CONSERVATION AREA	42
	INTRODUCTION	44
	MATERIALS AND METHODS	48
	RESULTS	51
	DISCUSSION	53
	ACKNOWLEDGEMENTS	60
	REFERENCES	60
	TABLES	73
	FIGURE LEGENDS	77
	FIGURES	78

1 INTRODUÇÃO

Investigações sobre a utilização de recursos por predadores, bem como sua relação com as presas e o meio ambiente, são importantes para a compreensão dos mecanismos que influenciam a estrutura das comunidades. Além disso, uma vez que duas ou mais espécies próximas ocorrem em simpatria, o conhecimento dos mecanismos morfológicos e ecológicos que favorecem a coocorrência de espécies semelhantes podem ser importantes. O estudo das relações tróficas entre espécies simpátricas é crucial para a compreensão das interações interespecíficas e para descrever o ecossistema (DURÉ; KEHR, 2004, DURÉ et al., 2009).

Anfíbios são particularmente vantajosos para esse tipo de estudo, principalmente algumas espécies mais generalistas, pois costumam se concentrar em grande quantidade nos corpos d'água, que utilizam como sítios reprodutivos. Em uma ou poucas noites é possível coletar um grande número de indivíduos que permitem análises quantitativas mais detalhadas. Além disso, o fato de engolirem suas presas praticamente inteiras facilita o processo de identificação do conteúdo estomacal. Assim, anfíbios representam um excelente modelo animal para comparação dos nichos tróficos de espécies proximamente relacionadas.

O grau de diferenciação de nicho entre espécies no mesmo nível trófico depende de muitos fatores (PIANKA, 1969). Dentre eles, informações sobre a dieta são necessárias para entender os padrões de história de vida, as flutuações populacionais e os efeitos das modificações de habitat sobre os anuros (TOFT, 1981, BEEBEE, 1996). Todos esses aspectos variam dependendo das condições ambientais locais, da sazonalidade climática e da população estudada, principalmente no que diz respeito à morfologia.

Muitos estudos assumem que a similaridade morfológica entre espécies conduz ao uso de alguns recursos de modo similar principalmente espécies que compartilham ancestralidade próxima (MACARTHUR; LEVINS, 1967, RICKLEFS; TREVIS, 1980, TOFT, 1985). Dessa forma, se duas ou mais

espécies apresentarem similaridade morfológica e coexistirem no ambiente, possivelmente competirão por recursos alimentares (BEGON et al., 2006). Diferenças na morfologia, nas estratégias de forrageamento e na utilização do habitat por espécies simpátricas podem reduzir os efeitos negativos que uma espécie teria sobre a outra, facilitando assim a sua coexistência (PIANKA, 1973).

Entre espécies generalistas, uma das causas normalmente atribuídas às possíveis diferenciações nas dietas é a limitação morfológica para a ingestão das presas (LIMA, 1998). Muitas vezes, diferenças na dieta podem ser causadas simplesmente devido à diferença de tamanho entre as presas consumidas (LIMA; MAGNUSSON, 1998). Trabalhos demonstraram uma relação entre o tamanho do indivíduo e o tamanho da presa, evidenciando uma correlação positiva entre o crescimento e o consumo de presas maiores (LIMA; MAGNUSSON, 1998, LIMA et al., 2000).

Além das relações com o nicho trófico, o tamanho corporal dos anfíbios influencia vários outros aspectos da sua biologia, podendo ser considerada uma das principais características do indivíduo para lidar com pressões do meio, sejam elas naturais ou antrópicas (LOMOLINO; PERAULT, 2007). Muitos traços da história de vida estão correlacionados com o tamanho do corpo e essa variação pode ter profundos efeitos em múltiplas escalas da organização biológica, desde o indivíduo até o ecossistema (WOODWARD et al., 2005).

O tamanho do corpo interfere nas atividades fisiológicas (e.g. taxa metabólica), reprodutivas (e.g. tamanho da ninhada), ontogenéticas (e.g. maturidade sexual), de história de vida (e.g. área de vida e abundância local) e evolutivas (e.g. probabilidade de extinção e/ou especiação) (KELT, 1997). Se essa característica afeta tantos processos fisiológicos e ecológicos, influencia diretamente na capacidade de se reproduzir e de sobreviver (LOMOLINO; PERAULT, 2007).

Uma discussão teórica mais complexa ainda não chegou a um consenso sobre o tamanho corporal como um aspecto bioindicador de qualidade ambiental. Por enquanto, existem trabalhos que relatam que o tamanho médio do corpo dos anfíbios diminui em resposta aos impactos ambientais e outros que afirmam o inverso. Da mesma forma que existe este conflito teórico, percebe-se

uma gradativa alteração de paradigma nos estudos comparativos de dietas. Inicialmente esses estudos focavam no simples objetivo de mostrar que espécies simpátricas devem divergir em algum aspecto de seus nichos tróficos como resposta à redução da competição interespecífica. Hoje em dia é cada vez maior o número de trabalhos que questionam a própria competição, principalmente em ambientes neotropicais ricos em recursos e em animais como os anfíbios que se alimentam de artrópodos, grupo animal mais rico e abundante do planeta (DAYAN; SIMBERLOFF, 2005, KOZAK et al., 2009, PIATTI; SOUZA, 2011).

2 DESENVOLVIMENTO

A seguir é apresentada uma revisão bibliográfica sobre vários aspectos da variação da dieta e do tamanho de anfíbios, do deslocamento de caracteres, da área de estudo, do potencial dos anfíbios como bioindicadores e um artigo submetido sobre um estudo de caso específico.

2.1 Dieta de Anfíbios

Comunidades ecológicas são definidas, em parte, pela forma como espécies semelhantes consomem e repartem recursos alimentares (DURÉ; KEHR, 2004). O hábito alimentar é uma característica fundamental do animal e diferenças nas estratégias de forrageio e características da dieta das espécies podem ser aspectos centrais na determinação da dinâmica de competição dentro de uma comunidade (LAWLOR, 1980).

O princípio da exclusão competitiva estabelece que duas espécies que competem pelo mesmo recurso não podem coexistir, sendo que a espécie mais eficiente na utilização do recurso levará a outra à extinção (HARDIN, 1960, GORDON, 2000). Porém, através da ação de forças evolutivas e da heterogeneidade do meio, a competição por recursos leva a variadas formas de utilização dos mesmos através da diferenciação de nichos ecológicos, possibilitando, dessa forma, a coexistência de espécies que utilizam recursos de forma semelhante (CONNEL, 1980, DURÉ; KEHR, 2004).

Hutchinson (1957) descreveu o conceito de nicho como um hipervolume com “n” dimensões (ou eixos de nicho), correspondendo ao número de fatores bióticos ou abióticos em que as espécies exibem respostas diferentes. As dimensões espaciais, temporais e tróficas são consideradas as mais importantes na descrição do nicho ecológico de qualquer espécie animal (PIANKA, 1973). Dentro deste conceito, a amplitude e sobreposição de nichos tróficos são

importantes para quantificar como duas espécies se sobrepõem quanto à utilização dos recursos alimentares e também podem ser usadas como uma medida descritiva da organização das comunidades (ABRAMS, 1980, ALBERTONI et al. 2003). Muitos estudos têm sido realizados sobre a divisão de recursos e, em geral, é assumido que a similaridade morfológica entre espécies conduz ao uso de alguns recursos de modo similar, principalmente entre espécies que compartilham ancestralidade próxima (MACARTHUR; LEVIS, 1967, RICKLEFS; TREVIS, 1980, TOFT, 1985). Dessa forma, se duas ou mais espécies apresentarem similaridade morfológica e coexistirem no ambiente, possivelmente competirão por recursos alimentares (BEGON et al., 2006).

Diferenças na morfologia, nas estratégias de forrageamento e na utilização do hábitat por espécies simpátricas podem reduzir os efeitos negativos que uma espécie teria sobre a outra, facilitando assim a sua coexistência (PIANKA, 1973). Baseado em estudos com espécies simpátricas, cujos adultos são de tamanhos similares, Schoener (1974) propôs três categorias principais de dimensão de recurso que permitem a coexistência dessas espécies: (1) elas exploram habitats ou microhabitats distintos, (2) comem alimentos diferentes ou (3) são ativas em períodos diferentes do dia.

Anfíbios são particularmente vantajosos para esse tipo de estudo, principalmente algumas espécies mais generalistas, pois costumam se concentrar em grande quantidade nos corpos d'água, que utilizam como sítios reprodutivos. Em uma ou poucas noites é possível coletar um número razoável de indivíduos que permitam análises quantitativas mais detalhadas. Além disso, o fato de engolirem suas presas praticamente inteiras facilita o processo de identificação do conteúdo estomacal. Assim, anfíbios representam um excelente modelo animal para comparação dos nichos tróficos de espécies proximamente relacionadas.

Diferenças na utilização do hábitat e dos recursos pelas espécies foram relatadas para várias comunidades de anfíbios, sendo que, em grande parte, as dimensões tróficas do nicho ou a utilização de diferentes microhabitats foram as que apresentaram maior grau de segregação entre espécies (DURÉ; KEHR, 2001, DURÉ; KEHR, 2004, RAMÍREZ-BAUTISTA; LEMOS-ESPINAL, 2004;

ALMEIDA-GOMES et al., 2007). Particularmente entre os anuros, a dieta e a distribuição das espécies no ambiente estão relacionadas com inúmeros aspectos da ecologia de comunidades (DURÉ et al., 2009). O nicho trófico das espécies depende de fatores intrínsecos e extrínsecos, como desenvolvimento ontogenético, tamanho, especializações, abundância sazonal de alimento, presença e/ou ausência de competidores, entre outros (DUELLMAN; TRUEB, 1994). Diferenças e/ou alterações nesses e em outros fatores influenciam os padrões de crescimento de populações naturais e a coexistência das espécies (GORDON, 2000).

Anfíbios geralmente são considerados alimentadores oportunistas com suas dietas refletindo a disponibilidade de alimento de tamanho apropriado (DUELLMAN; TRUEB, 1994). Eles são predadores de vários tipos de artrópodes, como formigas, besouros, percevejos, aranhas e caranguejos, assim como peixes, répteis, aves e pequenos mamíferos (DUELLMAN; TRUEB, 1994; SAVAGE, 2002; TOLEDO, 2005). Em alguns casos, podem predar até outras espécies de anuros (POMBAL JR, 2007, HADDAD et al., 2008). Até mesmo material vegetal já foi encontrado nos estômagos de anuros, o que pode ser acidental, quando os artrópodes capturados estavam sobre as plantas (ANDERSON; MARTIS, 1999, DE-CARVALHO et al., 2008, SABAGH et al., 2010, LIMA et al., 2010). Já Santos et al. (2004) defendem que o material vegetal pode ser ingerido ativamente pelos anuros como auxílio na eliminação de parasitas intestinais e de exoesqueletos de invertebrados. Na verdade, variações na dieta podem significar padrões bastante complexos, já que os mecanismos de alimentação de anuros evoluíram em resposta a pressões seletivas e restrições filogenéticas, de tal forma que as dietas são influenciadas por sua morfologia, fisiologia e comportamento (CALDART et al., 2012).

Entre espécies generalistas, uma das causas normalmente atribuídas às possíveis diferenciações nas dietas é a limitação morfológica para ingestão de presas (LIMA, 1998). Como anuros não possuem dentes ou mecanismos muito eficientes para triturar ou cortar os artrópodes, estes acabam sendo engolidos praticamente inteiros. Isso sugere que as diferenças na dieta podem ser causadas simplesmente devido à diferença de tamanho entre as presas

consumidas (LIMA; MAGNUSSON, 1998). Uma consequência prática disso é que a variação ontogenética na dieta é muitas vezes tão grande quanto ou maior que as diferenças interespecíficas (LIMA; MAGNUSSON, 1998). Alguns trabalhos demonstraram uma correlação positiva entre o crescimento e o consumo de presas maiores (LIMA; MAGNUSSON, 1998, LIMA et al., 2000). Além de restrições morfológicas, variações ontogenéticas na dieta também foram atribuídas a diferenças na seletividade das presas e estratégias de forrageio, bem como a diferenças entre as proporções de presas consumidas por diferentes tamanhos de indivíduos (BLACKBURN; MOREAU, 2006, BRASILEIRO et al. 2010). A seletividade é um aspecto importante, pois determinada presa pode estar disponível no ambiente e ainda assim não fazer parte da dieta de determinado predador.

Anuros também exibem variações na dieta entre os sexos, atribuídas a diferentes gastos de energia e comportamento entre machos e fêmeas (DONNELLY, 1991, VALDERRAMA-VERNAZA et al., 2009). Essas últimas necessitam de muita energia para a produção de óvulos contendo as reservas necessárias ao desenvolvimento inicial dos embriões (GILBERT, 2005). Já os machos consomem mais energia na vocalização e defesa de território (WOOLBRIGHT, 1982). Eles podem dedicar toda uma noite apenas à vocalização, intercalando noites de vocalização e noites de alimentação (ANDERSON et al., 1999). Menin e colaboradores (2005) defendem em seu estudo, que a elevada percentagem de machos com estômagos vazios ocorreu devido às diferenças nos períodos de alimentação entre as espécies. Este fato pode ser comprovado pelas observações de machos que não interromperam sua atividade vocal para capturar insetos que se locomoviam em torno deles (MENIN et al., 2005).

Fatores extrínsecos também podem afetar a dieta dos anuros. Exemplos desses fatores podem ser precipitação, duração da estação chuvosa, umidade do ar e temperatura (DUELLMAN; TRUEB, 1994, RAMÍREZ-BAUTISTA; LEMOS-ESPINAL, 2004).

A sazonalidade também pode refletir no padrão alimentar. Silva e Rossa-Feres (2007) observaram uma redução no número de presas encontradas nos

estômagos de anuros durante a estação seca, provavelmente devido a uma redução das atividades e da disponibilidade de presas durante este período do ano. Ao mesmo tempo, o fim da estação chuvosa parece ser o período no qual algumas espécies consomem maior quantidade de presas, acumulando reservas de energia para sobreviver durante o período seco. Dessa forma preparam-se para um período de estivação ou inatividade até a próxima estação chuvosa (SILVA; ROSSA-FERES, 2010).

Portanto, a disponibilidade de presas no ambiente é outra grande determinadora da dieta das espécies (DURÉ et al., 2009). Já foram encontradas variações na dieta de indivíduos da mesma população e entre espécies de uma comunidade devido a variações sazonais da quantidade de presas e de diferentes estratégias de forrageamento (DUELLMAN; TRUEB, 1994, HIRAI; MATSUI, 2001, FRANCA et al., 2004, MANEYRO et al., 2004, RAMÍREZ-BAUTISTA; LEMOS-ESPINAL, 2004, SANTOS et al., 2004, DAMASCENO, 2005, DE-CARVALHO et al., 2008). Almeida-Gomes e colaboradores (2007) demonstraram que duas espécies, usando recursos alimentares do mesmo riacho, utilizavam-no de maneiras diferentes: uma explorava o ambiente horizontal e a outra, verticalmente.

Outro aspecto relacionado à disponibilidade de presas é que ela pode justificar a ausência de competição nos casos de ampla sobreposição de nicho alimentar. Se determinado recurso é abundante (como a maioria dos artrópodes), duas ou mais espécies diferentes podem compartilhá-lo sem prejuízo para nenhuma delas (PIANKA, 1974). Ausência de competição, principalmente em ambientes neotropicais (ricos em recursos) e em predadores generalistas de artrópodes (grupo animal mais rico e abundante da Terra), é uma possível explicação para os estudos com anfíbios brasileiros que encontraram valores de sobreposição de nichos tróficos acima de 70% (por exemplo, MENIN et al., 2005, DE-CARVALHO et al., 2008, SABAGH, CARVALHO-E-SILVA, 2008, KOZAK et al., 2009, LIMA et al., 2010, PIATTI; SOUZA, 2011, SABAGH et al., 2012a). Mesmo quando se verifica distinção acentuada entre os nichos tróficos, há outras explicações possíveis, que não exclusivamente competição, como co-evolução ou diversificação paralela em simpatria, por exemplo. Entretanto, a

visão de que a competição rege grande parte da segregação de nichos tróficos, principalmente nos trópicos, ainda é dominante (PIANKA, 1966, DAYAN; SIMBERLOFF, 2005, KOZAK et al., 2009, VIGNOLLI; LUISELLI, 2012).

2.2 Tamanho Corporal de Anfíbios

O tamanho corporal pode ser considerado uma das principais características do indivíduo para lidar com pressões do meio, sejam elas naturais ou antrópicas (LOMOLINO; PERAULT, 2007). Muitos traços da história de vida estão correlacionados com o tamanho do corpo e essa variação pode ter profundos efeitos em múltiplas escalas da organização biológica, desde o indivíduo até o ecossistema (WOODWARD et al., 2005).

O tamanho do corpo interfere nas atividades fisiológicas (e.g. taxa metabólica), reprodutivas (e.g. tamanho da ninhada), ontogenéticas (e.g. maturidade sexual), de história de vida (e.g. área de vida e abundância local) e evolutivas (e.g. probabilidade de extinção e/ou especiação) (KELT, 1997). Se essa característica afeta tantos processos fisiológicos e ecológicos, influencia diretamente na capacidade de se reproduzir e de sobreviver (LOMOLINO; PERAULT, 2007).

As discussões sobre o tamanho do corpo começaram em 1847 quando Bergmann formulou uma regra sobre o padrão de distribuição do tamanho corporal. Tal regra assume que animais endotérmicos estreitamente relacionados que vivem em regiões mais frias tendem a ser maiores que aqueles em ambientes mais quentes, como resultado de sua menor razão superfície-volume, apresentando assim melhor capacidade de conservação de calor (OLALLA-TÁRRAGA et al., 2010). Alguns estudos, entretanto, questionaram a validade da lei (ASHTON, 2002, ADAMS;CHURCH, 2008). Alguns indícios sugerem que a lei é válida para linhagens inteiras em gradiente de altitude, para anuros em clima temperado, mas não para salamandras (OLALLA-TÁRRAGA & RODRÍGUEZ, 2007, GOUVEIA et al., 2013). Em região tropical, Olalla-Tárraga

e colaboradores (2010) mostraram que anuros tendem a ser maiores em regiões com menor disponibilidade de água, pois o maior tamanho do corpo auxilia na conservação da água pelo organismo.

Entretanto, todos esses trabalhos tratam do padrão de distribuição do tamanho corporal em amplas escalas geográficas (variação latitudinal). Uma possível utilização da análise do tamanho do corpo é em nível de populações. Considerando duas populações de áreas isoladas, se alguma dessas áreas sofrer maior impacto antrópico (alterações na disponibilidade de alimentos, na quantidade e qualidade da água, dentre outros), o tamanho médio dos indivíduos da população mais impactada pode diferir em relação à outra. Neste caso, o tamanho corporal poderia ser considerado um parâmetro bioindicador da qualidade ambiental.

Entender como essas perturbações podem afetar o tamanho do corpo médio de populações é, entretanto, muito complexo, principalmente quando nos referimos a animais com ciclo de vida bifásico, como a maioria dos anfíbios. Como esses animais passam parte da vida na água e outra parte na terra, entender a dinâmica de como e em qual ambiente os indivíduos foram afetados e como tais alterações refletirão nos parâmetros corporais das populações no futuro é uma tarefa bastante árdua. Ficetola e colaboradores (2010) investigaram oito hipóteses para o padrão ecogeográfico intraespecífico de tamanho corporal em uma salamandra. Alguns estudos reforçam que o tamanho do corpo pode ser moldado pela competição, densidade, genética e por alterações ambientais, como abertura de dossel e predação (WARKETIN, 1995, ALTWEGG, 2003, TOLEDO et al., 2006, JOHANSSON et al., 2007, KNOWLES, 2007, PEACOR et al., 2007, MOEN; WIENS, 2008, RICHARDS; MARANGONI; TEJEDO, 2008, BERVEN, 2009, EARL et al., 2011). Outros trabalhos já indicam que a morfologia de determinadas linhagens não responde a alterações ambientais (BLANKERS et al., 2012).

Em muitos casos, o maior tamanho do corpo é tido como mais vantajoso. Isso tem sido associado com alta aptidão física em uma grande variedade de espécies de anfíbios (NECKEL-OLIVEIRA; GASCON, 2006). Grandes machos têm maior acesso às fêmeas, pois são melhores lutadores, mais

atraentes, por serem mais velhos e/ou terem tido uma taxa de crescimento mais rápida (DUELLMAN; TRUEB, 1994, WILBUR et al., 1978). Todas essas características podem ser mais atrativas para fêmeas, pois são um sinal de vigor e, talvez, de um bom genótipo (WILBUR et al., 1978).

Além disso, vários aspectos das vocalizações de anuros estão relacionados com o tamanho do corpo. Machos maiores têm um volume maior de pulmão e produzem um chamado mais potente que os machos pequenos (WILBUR et al., 1978). Zweifel (1968) mostrou em *Bufo fowleri* que machos maiores chamam em frequências mais baixas que os machos menores. Sons com frequências mais baixas tendem a propagar por maiores distâncias, porque há uma menor reflexão e dispersão que nas frequências mais altas (MORTON, 1975). Vários estudos mostraram preferência das fêmeas por machos maiores ou mais pesados (e.g. HALLIDAY; TEJEDO, 1995, BASTOS; HADDAD, 1996, TSUJI, 2004).

Em um estudo com *Rana temporaria*, fêmeas maiores tenderam a produzir óvulos maiores e em maior quantidade que fêmeas menores, e isso pode ser vantajoso em termos de reduzir efeitos da predação, resistir à dessecação após a metamorfose e na sobrevivência das proles (GIBBONS; MCCARTHY, 1986, NECKEL-OLIVEIRA; GASCON, 2006). Semlitsch e Gibbons (1988) mostraram que girinos maiores foram mais aptos para fugirem de predadores.

Delgado-Acevedo e Restrepo (2008), comparando o tamanho corporal de duas espécies de anuros subtropicais entre áreas perturbadas e não perturbadas, mostraram que o tamanho do corpo era maior em áreas não antropizadas. O mesmo foi observado por Neckel-Oliveira e Gascon (2006). Em uma recente revisão, Ohlberger (2013) acredita ter juntado evidências suficientes indicando que o tamanho médio do corpo dos ectotermos está declinando em resposta ao aquecimento global.

Já outros estudos indicam que tamanho médio menor é que pode estar associado a ambientes mais equilibrados. Fêmeas de *Dendropsophus bipunctatus*, por exemplo, não apresentaram preferência pelos machos maiores (WOGEL; POMBAL Jr., 2007). Metcalfe e Monaghan (2001) demonstraram que

falta de nutrientes durante o desenvolvimento precoce (fase de larva) pode ter efeitos profundos e permanentes no indivíduo adulto. Dependendo do padrão de disponibilidade de recursos nessa fase, os indivíduos podem compensar acelerando a taxa de crescimento e, em alguns casos, podem se tornar ainda maiores que os indivíduos sem déficit alimentar na fase larvária (ARENDDT, 1997, METCALFE; MONAGHAN, 2001, HECTOR et al., 2012). Análises sobre o custo do crescimento acelerado mostraram aumento da assimetria flutuante, redução da capacidade imunológica e redução da capacidade para responder a perturbações ambientais (ARENDDT, 1997).

Regiões com temperaturas mais baixas afetam a taxa de desenvolvimento e o crescimento de anuros. Nessas regiões, os períodos larvários são mais longos, resultando em tamanhos maiores durante e após a metamorfose (MORRISON; HERO, 2003). Essas lentas taxas de crescimento e desenvolvimento levaram as fêmeas a ter amadurecimento sexual tardio e produzir ovos maiores e em menor quantidade (MORRISON; HERO, 2003). Dessa forma, tais populações levarão um maior tempo para atingir a maturidade sexual, além de terem baixa fecundidade, o que as tornam populações menos resilientes e, conseqüentemente, mais propensas ao declínio e/ou extinção (MORRISON; HERO, 2003).

Em estudos experimentais com *Rana lessonae*, Altwegg (2003) evidenciou que maior densidade de girinos acarreta em menor massa corporal dos indivíduos adultos. Dessa forma, considerando que melhores habitats possuem mais recursos possibilitando maior sucesso reprodutivo, isso pode gerar maior número de desovas e girinos. Essa alta densidade de girinos nessas áreas acabaria originando indivíduos adultos de menor tamanho, mas indicadores de ambientes de melhor qualidade. Já Berven (2009) concluiu exatamente o oposto.

Outra hipótese que reforça a associação entre ambientes mais equilibrados e tamanho de corpo menor baseia-se na presença de predadores dos anfíbios. Em ambientes mais preservados, espera-se uma representação mais completa da teia trófica com todos ou a maioria dos animais que predam anfíbios e que não são poucos (TOLEDO et al., 2006). De acordo com a teoria

do forrageamento ótimo, predadores buscam presas com melhor retorno energético, ou seja, havendo disponibilidade, predadores preferem capturar indivíduos maiores (TROOST et al., 2008). Soma-se a isso o fato dos indivíduos grandes serem também geralmente mais visíveis (DELGADO-ACEVEDO; RESTREPO, 2008). Assim, nesses ambientes, o tamanho médio dos indivíduos nas populações de anfíbios pode ser reduzido por essa pressão de predação seletiva.

Diante do que foi exposto, podemos concluir que ainda não há um consenso na literatura sobre uma relação simples e direta entre qualidade de habitat e parâmetros indicadores de tamanho corporal (como comprimento e biomassa) nos anfíbios. Mais estudos ainda são necessários para compreendermos como o habitat afeta as populações.

2.3 Deslocamento de Caracteres

O deslocamento de caracteres ecológicos foi cunhado pela primeira vez por Brown e Wilson (1956) e estabelece que duas espécies próximas ou parecidas em simpatria tendem a se distinguir em um ou alguns aspectos primariamente morfológicos, mas que poderiam compreender até funções ecológicas, como a dieta, por exemplo. A implicação prática é a partilha de recursos, que reduz a competição interespecífica e permite a co-ocorrência de mais espécies no mesmo ambiente. Essa hipótese baseia-se muito na ideia da competição como principal força estruturadora das comunidades ecológicas. Mas já sabemos que existem outras forças modeladoras (história evolutiva, por exemplo) e que a competição necessariamente não define todas as segregações de caracteres. Tendo essa discussão teórica como pano de fundo, pesquisas procurando explicar o grau de sobreposição na dieta e na biometria entre espécies próximas ou parecidas em simpatria ainda têm muito a acrescentar à tríade ecologia de comunidades, morfologia funcional e biologia evolutiva (DAYAN; SIMBERLOFF, 2005).

Estudos sobre deslocamento de caracteres com abordagem filogenética são ainda incipientes e geralmente a competição é um pressuposto e não um teste de hipótese. A maioria dos trabalhos foca em um único caráter, geralmente morfológico (e muito comumente no tamanho do corpo) de duas espécies cogenéricas. No caso dos anfíbios, predominam estudos com salamandras (DAYAN; SIMBERLOFF, 2005). Um trabalho inovador foi o de Adams e Rohlf (2000). Além de analisar o tamanho de salamandras, compararam também os comprimentos do esquamosal e dentário, ossos diretamente relacionados com as funções de gerar força e rapidez durante a mordida. Além disso, testaram a ocorrência de competição verificando o desempenho das mesmas espécies em simpatria, mas também em alopatria.

Testar a ocorrência de deslocamento de caracteres ou de competição é importante porque isso pode ser influenciado pela história evolutiva do grupo analisado. Às vezes procuramos por causas ecológicas para determinados padrões que foram definidos filogeneticamente (DAYAN; SIMBERLOFF, 2005). Portanto, conseguir distinguir entre causas ecológicas (também denominadas próximas ou recentes) e causas históricas (também denominadas filogenéticas, evolutivas ou distantes) ajuda a compreender os verdadeiros motivos que estruturam as comunidades ecológicas.

2.4 Área de Estudo

Outro aspecto que motivou o presente estudo é o local aonde foi desenvolvido. Este foi o primeiro monitoramento comparando parâmetros da anurofauna dentro e fora de uma unidade de conservação no Sul de Minas Gerais. Esse é o quarto maior Estado do Brasil em extensão territorial. Nele estão representados três grandes biomas: Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga, com suas inúmeras formações fitoecológicas, responsáveis por uma grande diversidade de paisagens (DRUMMOND et al., 2005). O fato de possuir uma vasta superfície territorial, juntamente com grandes variações de clima, relevo e

de recursos naturais, propiciam o aparecimento de uma cobertura vegetal extremamente rica e diversa, e conseqüentemente uma fauna da mesma forma rica e diversa. O processo de ocupação verificado em todos os biomas do Estado, aliado a uma política pouco racional de desenvolvimento, tem provocado uma crescente erosão dessa diversidade biológica. Na busca de estratégias para assegurar a diversidade de seres vivos e a proteção de habitats ameaçados, a criação de unidades de conservação tem sido considerada como a melhor estratégia a ser adotada (IUCN, 1994).

Segundo Drummond (2005), Minas Gerais possuía no ano de 2003, 4.306.652ha em áreas protegidas, totalizando 397 unidades de conservação cadastradas. Isso corresponde a 7,34% de área protegida no Estado. No entanto, apenas 1,45% estão protegidos em unidades de conservação de Proteção Integral dos recursos naturais. Visando o aumento das áreas abrangidas por unidades de conservação de proteção integral no Estado, foi criado em 2007 o Parque Estadual Serra da Boa Esperança, localizado no município de Boa Esperança, região sudoeste de Minas Gerais, às margens do Lago de Furnas. O parque abrange uma área de 5.873ha, perímetro de 87.010m e um complexo mosaico ecotonal com manchas de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual em contato (IEF, 2010).

Apesar da criação recente desta unidade de conservação, algumas diferenças visíveis já foram observadas. Uma delas é a questão do fogo. Antes, corriqueiros na região, os incêndios dentro do parque, após sua delimitação, foram prontamente atacados e controlados pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF-MG). Tais incêndios continuam ocorrendo fora dos limites do parque, inclusive como um meio dos fazendeiros limparem o terreno. Outro aspecto é o uso do solo. O contorno sinuoso do Parque restringiu áreas de cultivo (de café, principalmente) e de pastagens para fora do Parque. Com isso, embora possa ter problemas com eventual invasão de gado e poluição indireta por agrotóxicos, esses problemas tendem a diminuir no interior da unidade de conservação.

Também devido à idade recente, esse parque não passou por estudos detalhados de levantamento de fauna e flora, nem por nenhum monitoramento.

Monitorar populações de bioindicadores dentro e fora dos limites formais do parque pode trazer novas informações sobre o que está sendo protegido e como, inclusive para testar a hipótese se o parque efetivamente protege sua biota, um dos seus objetivos básicos.

2.5 Anfíbios como Bioindicadores

Anfíbios são considerados bioindicadores clássicos. Esses animais possuem uma série de características morfológicas, fisiológicas, de história de vida e reprodutivas que os tornam particularmente sensíveis a alterações ambientais (SCHIESARI et al., 2007). Seu declínio está relacionado ao fato de possuírem alta fidelidade aos microambientes, baixa capacidade de dispersão, pele permeável para respiração cutânea acessória e ciclo de vida em ambientes aquático e terrestre (SINSCH, 1988, GIBBS, 1998, CARR; FAHRIG, 2001). Essas características os tornam mais suscetíveis a alterações, tanto físicas (umidade e temperatura, por exemplo) como químicas (poluição, por exemplo) em qualquer um ou em ambos os ambientes (HENRY, 2000, VERDADE et al., 2010).

A análise de taxocenoses de anfíbios espalhadas pelo mundo pode fornecer respostas em relação a impactos globais, enquanto análises em nível populacional podem indicar alterações locais no sistema natural (BEEBEE, 1996). Algumas espécies são extremamente exigentes no que diz respeito à integridade ambiental (qualidade da água, vegetação do entorno, sombreamento e manutenção da umidade) e sua presença pode indicar ambientes bem preservados. Por outro lado, existem também espécies generalistas e/ou oportunistas, que são bem tolerantes às alterações do ecossistema, colonizam rapidamente ambientes degradados e são pouco exigentes quanto aos parâmetros supracitados. A presença de tais espécies indica ambientes impactados.

O Brasil é o país com a maior diversidade de anfíbios no mundo (SBH, 2012). Nos últimos 50 anos, o número de espécies de anfíbios descritas no país mais que dobrou em relação aos 200 anos anteriores (SILVANO; SEGALLA, 2005). Foram descritas até o momento no Brasil, 946 espécies de anfíbios, sendo uma salamandra, 32 cecílias e 913 anuros (SBH, 2012). No entanto, existe pouco conhecimento sobre a distribuição das espécies e a dinâmica populacional dos anfíbios brasileiros (ETEROVICK et al., 2005).

O conhecimento da dinâmica populacional dos anfíbios brasileiros é de extrema importância, pois anfíbios estão muito mais ameaçados que qualquer outro grupo de vertebrados (STUART, 2004). Relatos em todo o globo mostram que, nos últimos trinta anos, populações de anfíbios vêm sofrendo grande declínio ou mesmo sendo extintas; quase a metade das espécies está enfrentando algum decréscimo populacional (BLAUSTEIN; BANCROFT, 2007).

Na América Latina, declínios foram documentados no México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Porto Rico, República Dominicana, Venezuela, Colômbia, Equador e Peru (YOUNG, 2001). No Brasil, existem relativamente poucos trabalhos relacionados ao decréscimo e/ou extinções de populações (ETEROVICK et al., 2005). No entanto, existem relatos informais sobre muitas espécies antes abundantes e que hoje são dificilmente encontradas (SILVANO; SEGALLA, 2005). Eterovick e colaboradores (2005) argumentam que devido à sua grande escala geográfica, heterogeneidade de ecossistemas e à alta diversidade de espécies, muito pouco se conhece sobre o real estado das populações brasileiras.

Os estudos sobre esses declínios mundiais tornaram-se ainda mais importantes, pois em muitos casos estão ocorrendo em áreas não perturbadas, como unidades de conservação e áreas rurais afastadas de centros urbanos (ETEROVICK et al., 2005, BLAUSTEIN; BANCROFT, 2007). O sapo-dourado (*Bufo periglenes*) da Reserva Florestal de Monteverde, Costa Rica, é um dos símbolos desses declínios e era extremamente comum nesta unidade de conservação até nenhum exemplar ser mais encontrado na natureza a partir de 1989. Apesar de vários fatores terem sido apontados como causadores do declínio, dentre eles, a destruição de habitat o fator mais significativo, segundo

Becker e colaboradores (2007), poluição, introdução de espécies exóticas, doenças (principalmente o fungo *Batrachochytrium dendrobatidis*), mudanças climáticas e a sobre-exploração, ainda hoje não se determinou o porquê de populações serem afetadas mesmo em áreas primitivas (STUART, 2004, BLAUSTEIN et al., 2011). Blaustein e colaboradores (2011) defendem que o declínio se trata de um fenômeno complexo, onde esses e outros fatores não atuam isoladamente, e sim em sinergia.

Não são apenas informações sobre declínios que são escassas para anfíbios. Na verdade, sabemos muito pouco sobre quase tudo dessas espécies. Existem poucas informações a respeito da distribuição geográfica, história natural, história de vida ou ecologia da anurofauna brasileira. Grandes áreas ainda necessitam de inventários e muitas das localidades já investigadas foram sub-amostradas (SILVANO; SEGALLA, 2005). O conhecimento dos grupos de anfíbios que compõem as comunidades, bem como a compreensão de suas inter-relações, dinâmica de organização e características da história natural das espécies são ferramentas importantes para o delineamento de estratégias e ações para o manejo sustentável, assim como para a conservação de ecossistemas (SILVANO; SEGALLA, 2005, HEYER et al., 1994). A falta de conhecimento básico impede a delimitação mais precisa das áreas potenciais de conservação e não tem permitido frear a ocupação das paisagens naturais que ainda restam (RODRIGUES, 2006).

A seguir serão apresentados aspectos adicionais que justificam o presente estudo, bem como os objetivos que este trabalho buscou responder. O capítulo final traz um estudo de caso na forma de artigo já submetido, que comparou a dieta e o tamanho corporal de três espécies do gênero *Hypsiboas* dentro e fora de uma área preservada, o Parque Estadual Serra da Boa Esperança, no sul de Minas Gerais.

3 JUSTIFICATIVA

Nos estudos sobre dietas de anfíbios o mais comum é a ocorrência de trabalhos descritivos de uma única espécie, eventualmente comparando sexos, fases de desenvolvimento ou ambientes diferentes (OVASKA, 1991, LIMA; MOREIRA, 1993, LAJMANOVICH, 1994, DE BRYUN et al., 1996, EVANS; LAMPO, 1996, GIARETTA et al., 1998, TEIXEIRA et al., 1999, VAN-SLUYS et al., 2001, SOLÉ et al., 2002, SANTOS et al., 2004, RODRIGUES et al., 2004, SANABRIA et al., 2005, CANEDO et al., 2006, GARDA et al., 2006, JORDÃO-NOGUEIRA et al., 2006, MIRANDA et al., 2006, SIQUEIRA et al., 2006, BONANSEA; VAIRA, 2007, FERREIRA et al., 2007, FREITAS et al., 2008, MUNIZ et al., 2008, DIETL et al., 2009, FERREIRA; TEIXEIRA, 2009, QUIROGA et al., 2009, SOLÉ et al., 2009, ISAACS; HOYOS, 2010, BATISTA et al., 2011, MARAGNO; SOUZA, 2011, QUIROGA et al., 2011, ROSA et al., 2011, BRITO et al., 2012, SABAGH et al., 2012b, SUGAI et al., 2012).

Alguns artigos mediram o grau de sobreposição de nicho trófico entre duas espécies simpátricas, porém não tão próximas, mas de gêneros ou até famílias diferentes (STRUSSMANN et al., 1984, VAN-SLUYS; ROCHA, 1998, ALMEIDA-GOMES et al., 2007, JUNCÁ; ETEROVICK, 2007, SANTANA; JUNCÁ, 2007, CAJADE et al., 2010, SABAGH et al., 2010, 2012a). Outros estudos comparando dietas de pares de espécies simpátricas preocuparam-se em analisar espécies mais próximas (do mesmo gênero), embora não necessariamente espécies-irmãs (RAMÍREZ-BAUTISTA; LEMOS-ESPINAL, 2004, DURÉ; KEHR, 2004, FRANCA et al., 2004, MENIN et al., 2005, DE-CARVALHO et al., 2008, SABAGH; CARVALHO-E-SILVA, 2008, LIMA et al., 2010).

Pesquisas abordando a dieta de três ou mais espécies simpátricas também descreveram padrões mais gerais, porém filogeneticamente distantes, ou tiveram a preocupação de amostrar espécies mais próximas, ou ao menos do mesmo gênero, ou incluíram tantas espécies que a quantidade possibilitou inferências filogenéticas (TOFT, 1980, VITT; CALDWELL, 1994, ANDERSON et

al., 1999, LIMA; MAGNUSSON, 2000, ISAACH; BARG, 2002, ROSA et al., 2002, SANTOS et al., 2004, ARAÚJO et al., 2007, 2009, MACALE et al., 2008, DURÉ et al., 2009, PELTZER et al., 2010, SILVA; ROSSA-FERES, 2010, PIATTI; SOUZA, 2011; VIGNOLLI; LUISELLI, 2012).

O presente estudo é um dos poucos a testar não apenas a sobreposição de nicho trófico, mas também mais de um parâmetro indicador de tamanho do corpo: largura da boca, comprimento rostro-cloacal (CRC) e biomassa em três espécies do mesmo gênero, comparando também os sexos e dois tipos de ambientes (interior e entorno de uma unidade de conservação). A análise de mais de um parâmetro de tamanho possibilita testá-los com eventuais diferenças de dieta. Já as três espécies permitem uma rara inferência filogenética. Como duas delas são mais próximas entre si que em relação à terceira, é possível inferir os fatores que mais provavelmente determinam as semelhanças ou diferenças observadas: causas proximais (aspectos ecológicos, como competição, por exemplo) ou distantes (história evolutiva). Nos trabalhos de Isaach e Barg (2002) e Macale e colaboradores (2008), os pares de espécies cogenéricas *Rhinella arenarum/Rhinella dorbignyi* e *Dendropsophus nanus/Dendropsophus sanborni* mostraram maior similaridade trófica que em relação a *Odontophrynus americanus* e *Lysapsus limellum*, respectivamente. Essa falta de segregação entre espécies próximas não corrobora a hipótese de competição e pode ser explicada como herança evolutiva a partir de um ancestral comum mais próximo.

Essas análises são muito promissoras, pois, além de serem de observação rápida e fácil, apresentam baixo custo e podem indicar tendências de declínios antes das populações atingirem níveis muito críticos. Representam, portanto, uma ferramenta fundamental para monitoramento ambiental.

4 OBJETIVOS

O principal objetivo do presente estudo é verificar se parâmetros de tamanho corporal e do nicho alimentar de três espécies bioindicadoras podem mostrar diferenças entre si e entre uma unidade de conservação e o seu entorno.

4.1 Objetivos específicos

Tendo como alvo de estudo três espécies de anfíbios anuros do gênero *Hypsiboas* (*Hypsiboas albopunctatus*, *Hypsiboas faber* e *Hypsiboas lundii*) de áreas no interior e no entorno do Parque Estadual Serra da Boa Esperança, as perguntas específicas que pretendemos responder compreendem:

- a) Há diferenças nos parâmetros de tamanho corporal e/ou de nicho trófico entre as três espécies analisadas?
- b) Há diferenças nos parâmetros de tamanho corporal e/ou de nicho trófico em cada uma das três espécies quando comparadas amostras de dentro e de fora do parque?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMS, P. Some comments on measuring niche overlap. **Ecology**, v. 61, n. 1, p 44-49. 1980.
- ADAMS, D. C.; ROHLF, F. J. Ecological character displacement in *Plethodon*. Biomechanical differences found from a geometric morphometric study. **Proceedings of National Academy of Sciences**, v. 97, p. 4106-4111, 2000.
- ADAMS, D. C.; CHURCH, J. O. Amphibians do not follow Bergmann's rule. **Evolution**, v. 62, p. 413-420, 2008.
- ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C.; ESTEVES, F. A. Overlap of dietary niche and electivity of three shrimp species (Crustacea, Decapoda) in a tropical coastal lagoon (Rio de Janeiro, Brazil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p 135-140, 2003.
- ALMEIDA-GOMES, M. et al. Diet and microhabitat use by two Hylodinae species (Anura , Cycloramphidae) living in sympatry and syntopy in a Brazilian Atlantic Rainforest area. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 97, n. 1, p. 27–30, 2007.
- ALTWEGG, R. Multistage density dependence in an amphibian. **Oecologia**, v. 136, n. 1, p. 46–50, 2003.
- ANDERSON, A. N.; HAUKOS, D. A.; ANDERSON, J. T. Diet composition of three anurans from the playa wetlands of northwest Texas. **Copeia**, v.1999, n. 2, p. 515-520, 1999.
- ANDERSON, M. T.; MARTHS, A. Diets of two sympatric Neotropical Salamanders, *Bolitoglossa mexicana* and *B. rufescens*, with notes on reproduction for *B. rufescens*. **Journal of Herpetology**, v. 33, n. 4, p. 601-607, 1999.
- ARAÚJO, M. S. et al. Intrapopulation diet variation in four frogs (Leptodactylidae) of the Brazilian Savannah. **Copeia**, v. 2007, n. 4, p. 855-865, 2007.
- ARAÚJO, M. S. et al. Individual-level diet variation in four species of Brazilian frogs. **Journal of Animal Ecology**, v. 78, p. 848-856, 2009.
- ARENDRT, J. D. Adaptive intrinsic growth rates: an integration across taxa. **THE Quarterly Review of Biology**, v. 72, p. 149–177, 1997.
- ASHTON, K. G. Do amphibians follow Bergmann's rule? **Canadian Journal of Zoology**, v. 80, p. 708-716, 2002.
- BASTOS, R. P.; HADDAD, C. F. B. Breeding activity of the neotropical treefrog *Hyla elegans*. **Journal of Herpetology**, v. 30, p. 355-360, 1996.

- BATISTA, R. C. et al. Diet of *Rhinella schneideri* (Werner, 1894) (Anura: Bufonidae) in the Cerrado, Central Brazil. **Herpetology Notes**, v. 4, p. 17-21, 2011.
- BECKER, C. G. et al. Habitat split and the global decline of amphibians. **Science**, v. 318, n. 5857, p. 1775-1777, 2007.
- BEEBEE, T. J. C. **Ecology and conservation of amphibians**. 7.ed. London: Chapman & Hall, 1996. 224p.
- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: from Individuals to Ecosystems**. 4.ed. Oxford: Blackwell Scientific, 2006. 752 p.
- BERGMANN, C. Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. **Göttinger Studien**, v. 3, p. 595-708, 1847.
- BERVEN, K. A. Density Dependence in the Terrestrial Stage of Wood Frogs: Evidence from a 21-Year Population Study. **Copeia**, v. 2009, n. 2, p. 328–338, 2009.
- BLACKBURN D. C.; MOREAU C. S. Ontogenetic diet change in the arthroleptid frog *Schoutedenella xenodactyloides*. **Journal of Herpetology**, v. 40, p. 388-394, 2006.
- BLANKERS, T.; ADAMS, C.; WIENS, J. J. Ecological radiation with limited morphological diversification in salamanders. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 25, n. 4, p. 634-46, 2012.
- BLAUSTEIN, A. R.; BANCROFT, B. A. Amphibian Population Declines: Evolutionary Considerations. **BioScience**, v. 57, n. 5, p. 437, 2007.
- BLAUSTEIN, A. R. et al. The complexity of amphibian population declines: understanding the role of cofactors in driving amphibian losses. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1223, p. 108–109, 2011.
- BONANSEA, M. I.; VAIRA, M. Geographic variation of the diet of *Melanophryniscus rubriventris* (Anura: Bufonidae) in Northwestern Argentina. **Journal of Herpetology**, v. 41, n. 2, p. 231-236, 2007.
- BRASILEIRO C. A.; MARTINS, M; SAZIMA, I. Feeding ecology of *Thoropa taophora* (Anura: Cycloramphidae) on a rocky seashore in southeastern Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 5, p. 181-188, 2010.
- BRITO, L. et al. Different foraging strategies within congeners? The diet of *Proceratophrys cristiceps* (Müller, 1883) from a dry forest in northeast Brazil. **Herpetology Notes**, v. 5, p. 85-89, 2012.

BROWN, W. L.; WILSON, E. O. Character displacement. **Systematic Zoology**, v. 5, p. 49–64, 1956.

CALDART, V. M. et al. Feeding Ecology of *Crossodactylus schmidtii* (Anura: Hyloidae) in Southern Brazil. **Zoological Studies**, v. 51, n. 4, p. 484–493, 2012.

CAJADE, R. et al. Trophic and microhabitat niche overlap in two sympatric dendrobatids from La Selva, Costa Rica. **Cuadernos de Herpetología**, v. 24, n. 2, p. 81–92, 2010.

CANEDO, C.; GARCIA, J. P.; POMBAL JR., J. P. Diet of *Pipa carvalhoi* (Amphibia, Pipidae) is not influenced by female parental care. **Herpetological Review**, v. 37, n. 1, p. 44-45, 2006.

CARR, L.; FAHRIG, L. Effect of road traffic on two amphibian species of differing vagility. **Conservation Biology**, v. 15, p. 1071-1078, 2001.

CONNELL, J. H. Diversity and the coevolution of competitors, or the ghost of competition past. **Oikos**, v. 35, p. 131–138, 1980.

DAMASCENO, R. Uso de recursos alimentares e eletividades na dieta de uma assembléia de anuros terrícolas das dunas do médio Rio São Francisco, Bahia. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 34-37, 2005.

DAYAN, T.; SIMBERLOFF, D. Ecological and community-wide character displacement: the next generation. **Ecology Letters**, v. 8, p. 875-894, 2005.

DE-CARVALHO, C. B. et al. História natural de *Leptodactylus mystacinus* e *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) no Cerrado do Brasil Central. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 3, p. 22-26, 2008.

DE BRYUN, L.; KAZADI, M.; HULSEMAN, J. Diet of *Xenopus fraseri* (Anura, Pipidae). **Journal of Herpetology**, v. 30, p. 82-85, 1996.

DELGADO-ACEVEDO, J.; RESTREPO, C. The contribution of habitat loss to changes in body size, allometry, and bilateral asymmetry in two *Eleutherodactylus* frogs from Puerto Rico. **Conservation Biology**, v. 22, n. 3, p. 773–82, 2008.

DIETL, J.; ENGELS, W.; SOLÉ, M. Diet and feeding behaviour of the leaf litter frog *Ischnocnema henselii* (Anura: Brachycephalidae) in Araucaria rainforests of the Serra Geral of Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Natural History**, v. 43, p. 1473-1483, 2009.

DRUMMOND, G. M. et al. **Biodiversidade em Minas Gerais: um Atlas para sua Conservação**. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005. 222 p.

DONNELLY, M. A. Feeding patterns of strawberry poison frog, *Dendrobates pumilio* (Anura: Dendrobatidae). **Copeia**, v. 1991, p. 723-730, 1991.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. London: The Johns Hopkins University. 1994. 670p.

DURÉ, M. I.; KEHR, A. I. Differential exploitation of trophic resources by two pseudid frogs from Corrientes, Argentina. **Journal of Herpetology**, v. 35, p. 340–343, 2001.

_____. Influence of microhabitat on the trophic ecology of two Leptodactylids from Northeastern Argentina. **Herpetologica**, v. 60, n. 3, p. 295-303, 2004.

DURÉ, M. I.; KEHR, A. I.; SCHAEFER, E. F. Niche overlap and resource partitioning among five sympatric bufonids (Anura , Bufonidae) from northeastern Argentina. **Phyllomedusa**, v. 8, n. 1, p 27- 39, 2009.

EARL, J. E. et al. Biomass export of salamanders and anurans from ponds is affected differentially by changes in canopy cover. **Freshwater Biology**, v. 56, p. 2473–2482, 2011.

ETEROVICK, P. C. et al. Amphibian Declines in Brazil. **Biotropica**, v. 37, n. 2, p. 166–179, 2005.

EVANS, M.; LAMPO, M. Diet of *Bufo marinus* in Venezuela. **Journal of Herpetology**, v. 30, n. 1, p. 73-76, 1996.

FERREIRA, R. B.; DANTAS, R. B.; TEIXEIRA, R. L. Reproduction and ontogenetic diet shifts in (Anura, Leptodactylidae) from southeastern Brazil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)**, v. 22, p. 45-55, 2007

FERREIRA, R. B.; TEIXEIRA, R. L. Feeding pattern and use of reproductive habitat of the Striped toad *Rhinella crucifer* (Anura: Bufonidae) from Southeastern Brazil. **Acta Herpetologica**, v. 4, n. 2, p. 125-134, 2009.

FICETOLA, G. F et al. Ecogeographical variation of body size in the newt *Triturus carnifex*: comparing the hypotheses using an information-theoretic approach. **Global Ecology and Biogeography**, v. 19, n. 4, p. 485-495, 2010.

FRANCA, L. F.; FACURE, K. G.; GIARETTA, A. A. Trophic and spatial niches of two large-sized species of *Leptodactylus* (Anura) in southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 39, p. 243-248, 2004.

FREITAS, E. B. et al. Nicho ecológico e aspectos da história natural de *Phyllomedusa azurea* (Anura: Hylidae, Phyllomedusinae) no Cerrado do Brasil Central. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 4, p. 101-110, 2008.

- GARDA, A. A.; BIAVATI, G. M.; COSTA, G. C. Sexual dimorphism, female fertility, and diet of *Pipa arrabali* (Anura, Pipidae) in Serra do Cachimbo, Pará, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 1, n. 1, p. 20-24, 2006.
- GIARETTA, A. A. et al. litter dwelling frog *Proceratophrys boiei* (Wied). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 2, p. 385-388, 1998.
- GIBBONS, M. M.; MCCARTHY, T. K. The reproductive output of frogs *Rana temporaria* (L.) with particular reference to body size and age. **Journal of Zoology**, v. 209, n. 579–593, 1986.
- GIBBS, J. P. Amphibian movements in response to forest edges, roads, and streambeds in southern New England. **Journal of Wildlife Management**, v. 62, p. 584-589, 1998.
- GILBERT, S. F. **Developmental Biology**. 4 ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2005. 711p.
- GOUVEIA, S. F. et al. Environmental steepness, tolerance gradient, and ecogeographical rules in glassfrogs (Anura: Centrolenidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 108, p. 773-783, 2013.
- GORDON, C. E. The coexistence of species. **Revista Chilena de Historia Natural**, v. 73, p. 175–198, 2000.
- HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F.; PRADO, C. P. A. **Anfibios da Mata Atlântica: guia dos anfíbios anuros da mata atlântica**. São Paulo: Editora Neotropica, 2008. 73p.
- HALLIDAY, T.; TEJEDO, M. Intrasexual selection and alternative mating behaviour. In: HEATWOLE, H.; SULLIVAN, B. K. (Ed.). **Amphibian biology**. Chipping Norton: Surrey Beatty & Sons, 1995. 468 p.
- HARDIN, G. The competitive exclusion principle. **Science**, v. 131, p. 1291–1297, 1960.
- HECTOR, K. L.; BISHOP, P. J.; NAKAGAWA, S. Consequences of compensatory growth in an amphibian. **Journal of Zoology**, v. 286, n. 2, p. 93–101, 2012.
- HENRY, P. F. P. Aspects of amphibian anatomy and physiology. In: SPARLING, D. W.; LINDER, G.; BISHOP, C. A. (Ed.). **Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles**, London: Society of Environmental Toxicology and Chemistry, 2000. 273 p.
- HEYER, W. R. et al. **Measuring and Monitoring Biological Diversity - Standard Methods for Amphibians**. Washington: Smithsonian Institution, 1994. 364 p.

HIRAI, T.; MATSUI, M. Attempts to estimate the original size of partly digested prey recovered from stomachs of Japanese anurans. **Herpetological Review**, v. 32, p. 14-16, 2001.

HUTCHINSON, G. E. Concluding remarks. **Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology**, v. 22, p. 415–427, 1957.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS (IEF). Parque Estadual Serra da Boa Esperança. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=280&Itemid=139>. Acesso em: 06 mar. 2013.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). **Guidelines for protected area management categories**. Commission on National Parks and Protected Areas. (WCMC) Gland, Switzerland, 1994.

ISAACS, P., HOYOS, J. M. Diet of the Cane Toad in different vegetation covers in the productive systems of the Colombian coffee region. **South American Journal of Herpetology**, v. 5, n. 1, p. 45-50, 2010.

ISAACH, J. P., BARG, M. Are bufonid toads specialized ant-feeders? A case test from the Argentinian flooding pampa. **Journal of Natural History**, v. 36, n. 16, p. 2005-2012, 2002.

JOHANSSON, M.; PRIMMER, C. R.; MERILÄ, J. Does habitat fragmentation reduce fitness and adaptability? A case study of the common frog (*Rana temporaria*). **Molecular Ecology**, v. 16, p. 2693–2700, 2007.

JORDÃO-NOGUEIRA, T. et al. Natural history traits of *Crossodactylus aeneus* (Anura, Leptodactylidae) from an Atlantic Rainforest area in Rio de Janeiro state, southeastern Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 1, n. 1, p. 37-41, 2006.

JUNCÁ, F. A.; ETEROVICK, P. C. Feeding ecology of two sympatric species of Aromobatidae: *Allobates marchesianus* and *Anomaloglossus stepheni*, in central Amazon. **Journal of Herpetology**, v.41, n. 2, p. 301-308, 2007.

KELT, D. Assembly of local communities: consequences of an optimal body size for the organization of competitively structured communities. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 62, n.1, p. 15–37, 1997.

KOZAK, K. H.; MENDYK, R. W.; WIENS, J. J. Can parallel diversification occur in sympatry? Repeated patterns of body-size evolution in coexisting clades of North American salamanders. **Evolution**, v. 63, n. 7, p. 1769–1784, 2009.

LAJMANOVICH, R. C. Hábitos alimentarios de *Bufo paracnemis* (Amphibia, Bufonidae) en el Parami medio, Argentina. **Revista Hydrobiologia Tropical**, v.

27, n. 2, p. 107-112, 1994.

LAWLOR, L. R. Overlap, similarity and competition coefficients. **Ecology**, v. 61, n. 2, p. 245-251, 1980.

LIMA, A. P.; MOREIRA, G. Effects of prey size and foraging mode on the ontogenetic change in feeding niche of *Colostethus stepheni* (Anura: Dendrobatidae). **Oecologia**, v. 95, p. 93-102, 1993.

LIMA, A. P. The effects of size on the diets of six sympatric species of postmetamorphic litter anurans in Central Amazonia. **Journal of Herpetology**, v.32, n.3, p.392-399, 1998.

LIMA, A. P.; MAGNUSSON, W. E. Partitioning seasonal time: interactions among size, foraging activity and diet in leaf-litter frogs. **Oecologia**, v. 116, p. 259-266, 1998.

_____. Does foraging activity change with ontogeny? An assessment for six sympatric species of post metamorphic litter anurans in central Amazonia. **Journal of Herpetology**, v. 34, p. 192–200. 2000.

LIMA, A. P.; MAGNUSSON, W. E.; WILLIAMS, D. G. Differences in diet among frogs and lizards coexisting in subtropical forests of Australia. **Journal of Herpetology**, v. 34, n. 1, p. 40-46, 2000.

LIMA, J. E. P., RÖDDER, D.; SOLÉ, M. Diet of two sympatric *Phyllomedusa* (Anura: Hylidae) species from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil. **North-Western Journal of Zoology**, v. 6, n. 1, p. 13–24, 2010.

LOMOLINO, M. V.; PERAULT, D. R. Body size variation of mammals in a fragmented, temperate rainforest. **Conservation Biology**, v. 21, n. 4, p. 1059–69, 2007.

MACALE, D.; VIGNOLI, L.; CARPANETO, G. Food selection strategy during the reproductive period in three syntopic hylid species from a subtropical wetland of NE Argentina. **Herpetological Journal**, v. 18, p. 49–58, 2008.

MACARTHUR, R. H.; LEVINS, R. The limiting similarity, converge and divergence of coexisting species. **The American Naturalist**, v. 101, p. 377-385, 1967.

MANEYRO, R. et al. Diet of the South American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) in Uruguay. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 94, p. 57-61, 2004.

MARAGNO, F. P.; SOUZA, F. L. Diet of *Rhinella scitula* (Anura, Bufonidae) in the Cerrado, Brazil: the importance of seasons and body size. **Revista Mexicana de Biodiversidade**, v. 82, p. 879-886, 2011.

MARANGONI, F.; TEJEDO, M. Variation in body size and metamorphic traits of Iberian spadefoot toads over a short geographic distance. **Journal of Zoology**, v. 275, p. 97–105, 2008.

MENIN, M.; ROSSA-FERES, D. C.; GIARETTA, A. A. Resource use and coexistence of two syntopic hylid frogs (Anura, Hylidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 1, p. 61-72, 2005.

METCALFE, N. B.; MONAGHAN, P. Compensation for a bad star: grow now, pay later? **Trends in Ecology & Evolution**, v. 16, p. 255–260, 2001.

MIRANDA, T. et al. Spatial, seasonal and intrapopulation variation in the diet of *Pseudis cardosoi* (Anura, Hylidae) from the Araucária Plateau of Rio Grande do Sul, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, v. 1, n. 2, p. 121-130, 2006.

MOEN, D. S.; WIENS, J. J. Phylogenetic evidence for competitively driven divergence body-size evolution in Caribbean treefrog (Hylidae: *Osteopilus*). **Evolution**, v. 63, n. 1, p. 195–214, 2008.

MORRISON, C.; HERO, J. M. Geographic variation in life-history characteristics of amphibians: a review. **Journal of Animal Ecology**, v. 72, n. 2, p. 270–279, 2003.

MORTON, E. S. Ecological sources of selection on avian sounds. **American Naturalist**, v. 109, p. 17-34. 1975.

MUNIZ, K. P. R. et al. Auto-ecologia de *Hypsiboas albopunctatus* (Anura, Hylidae) em área de Cerrado no sudeste do Brasil. **Iheringia, Sér. Zoológica**, v. 98, n. 2, p. 254-259. 2008.

NECKEL-OLIVEIRA, S.; GASCON, C. Abundance, body size and movement patterns of a tropical treefrog in continuous and fragmented forests in the Brazilian Amazon. **Biological Conservation**, v. 128, n. 3, p. 308–315, 2006.

OHLBERGER, J. Climate warming and ectotherm body size – from individual physiology to community ecology. **Functional Ecology**, p. 1-11, 2013.

OLALLA-TÁRRAGA, M. Á. et al. Cross-species and assemblage-based approaches to Bergmann's rule and the biogeography of body size in Plethodon salamanders of eastern North America. **Ecography**, v. 33, p. 362-368, 2010.

OLALLA-TÁRRAGA, M. Á.; RODRÍGUEZ, M. Á. Energy and interspecific body size patterns of amphibian faunas in Europe and North America: anurans follow Bergmann's rule, urodeles its converse. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, n. 5, p. 606–617, 2007.

OVASKA, K. Diet of the frog *Eleutherodactylus johnstoni* (Leptodactylidae) in Barbados, West Indies. **Journal of Herpetology**, v. 25, p. 486-488, 1991.

PEACOR, S. D.; SCHIESARI, L.; WERNER, E. E. Mechanisms of nonlethal predator effect on cohort size variation: ecological and evolutionary implications. **Ecology**, v. 88, n. 6, p. 1536–1547, 2007.

PELTZER, P. M. et al. Trophic dynamics of three sympatric anuran species in a soybean agroecosystem from Santa Fe Province, Argentina. **Herpetological Journal**, v. 20, n. 4, p. 261-269, 2010.

PIANKA, E. R. Latitudinal gradients in species diversity: a review of the concepts. **American Naturalist**, v. 100, p. 33–46, 1966.

_____. Habitat specificity, speciation, and species density in Australian desert lizards. **Ecology**, v. 50, p. 498–502, 1969.

_____, E. R. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p. 53–74, 1973.

_____, E.R. Niche overlap and diffuse competition. **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 71, p. 2141-2145, 1974.

PIATTI, L.; SOUZA, F. L. Diet and resource partitioning among anurans in irrigated rice fields in Pantanal. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 3, p. 653-661, 2011.

POMBAL JR, J. P. Predation notes in an anuran amphibians assemblage from southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, p. 841-843, 2007.

QUIROGA, L. B.; SANABRIA, E. A.; ACOSTA, J. C. Size-and sexdependent variation in diet of *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) in a Wetland of San Juan, Argentina. **Journal of Herpetology**, v. 43, n. 2, p. 311-317, 2009.

QUIROGA, M. F.; BONANSEA, M. I.; VAIRA, M. Population diet variation and individual specialization in the poison toad, *Melanophryniscus rubriventris* (Vellard, 1947). **Amphibia-Reptilia**, v. 32, n. 2, p. 261-265, 2011.

RAMÍREZ-BAUTISTA, A. A.; LEMOS-ESPINAL, J. A. Diets of two syntopic populations of frogs, *Rana vaillanti* And *Rana brownorum*, from a Tropical rain forest in Southern Veracruz, México. **The Southwestern Naturalist**, v. 49, n. 3, p. 316–320, 2004.

RICHARDS, C. L.; KNOWLES, L. L. Tests of phenotypic and genetic concordance and their application to the conservation of Panamanian golden frogs (Anura, Bufonidae). **Molecular Ecology**, v. 16, p. 3119–3133, 2007.

RICKLEFS, R. E.; TREVIS, J. A morphological approach to the study of avian

community organization. **Auk**, v. 97, p. 321-328, 1980.

RODRIGUES, R. C. O Ambiente Natural em crise: Conceitos para uma filosofia. **Ethic@**, v. 5, n. 3, p. 69-82, 2006.

RODRIGUES, D. J.; UETANABARO, M.; PRADO, C. P. A. Seasonal and ontogenetic variation in diet composition of *Leptodactylus podicipinus* (Anura, Leptodactylidae) in the southern Pantanal, Brazil. **Revista Española de Herpetología**, v. 18, p. 19-28, 2004.

ROSA, I. et al. Diet of four sympatric anuran species in a temperate environment. **Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay**, v. 13, p. 12-20, 2002.

ROSA, I. et al. Trophic niche variation and individual specialization in *Hypsiboas pulchellus* (Duméril and Bibron, 1841) (Anura, Hylidae) from Uruguay. **South American Journal of Herpetology**, v. 6, n. 2, p. 98-106, 2011.

SABAGH, L. T.; CARVALHO-E-SILVA, A. M. P. T. Feeding overlap in two sympatric species of *Rhinella* (Anura: Bufonidae) of the Atlantic Rain Forest. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 2, p. 247-253, 2008.

SABAGH, L. T.; FERREIRA, V. L.; ROCHA, C. F. D. Living together, sometimes feeding in a similar way: the case of the syntopic hylid frogs *Hypsiboas raniceps* and *Scinax acuminatus* (Anura: Hylidae) in the Pantanal of Miranda, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Brazilian journal of biology**, v. 70, n. 4, p. 955–958, 2010.

SABAGH, L. T.; MELLO, R. S.; ROCHA, C. F. D. Food niche overlap between two sympatric leaf-litter frog species from Central Amazonia. **Zoologia**, v. 29, n. 1, p. 95-98, 2012a.

SABAGH, L. T., CARVALHO-E-SILVA, A. M. P. T., ROCHA, C. F. D. Diet of the *Rhinella icterica* (Anura: Bufonidae) from Atlantic Forest Highlands of southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 4, p. 1-5, 2012b.

SANABRIA, E. A.; QUIROGA, L. B.; ACOSTA, J. C. Dieta de *Leptodactylus ocellatus* (Linnaeus, 1758) (Anura: Leptodactylidae) em um humedal del oeste de Argentina. **Revista Peruana Biología**, v. 12, n. 3, p. 472-477, 2005.

SANTANA, A. S.; JUNCÁ, F. A. Diet of *Physalaemus* cf. *cicada* (Leptodactylidae) and *Bufo granulatus* in a semideciduous Forest. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 1, p. 125-131, 2007.

SANTOS, E. M.; ALMEIDA, A. V.; VASCONCELOS, S. D. Feeding habits of six anuran (Amphibia: Anura) species in a rainforest fragment in Northeastern Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 94, n. 4, p. 433-438, 2004.

SAVAGE, J. M. **The amphibians and reptiles of Costa Rica: a herpetofauna between two continents, between two seas.** Chicago. University of Chicago, 2002. 934 p.

SCHIESARI, L.; GRILLITSCH, B.; GRILLITSCH, H. Biogeographic Biases in Research and Their Consequences for Linking Amphibian Declines to Pollution. **Conservation Biology**, v. 21, n. 2, p. 465-471, 2007.

SCHOENER, T. W. Resource partitioning in ecological communities. **Science**, v. 185, p. 27–39, 1974.

SEMLITSCH, R. D.; GIBBONS, J. W. Fish predation in size-structured populations of treefrog tadpoles. **Oecologia**, v. 75, p. 321-326, 1988.

SILVA, F. R. ; ROSSA-FERES, D. C. Uso de fragmentos florestais por anuros (Amphibia) de área aberta na região noroeste do Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 1, 2007.

_____. Seasonal variation in body size of tropical anuran amphibians. **Herpetology Notes**, v. 3, p. 205-209, 2010.

SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V. Conservation of brazilian amphibians. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 653-658, 2005.

SINSCH, U. Seasonal changes in the migratory behavior of the toad *Bufo bufo*: direction and magnitude of movements. **Oecologia**, v. 76, p. 390-398, 1988.

SIQUEIRA, C. C. et al. Feeding ecology of *Thoropa miliaris* (Anura, Cycloramphidae) in four areas of Atlantic rain forest, Southeastern Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 40, n. 4, p. 520-525, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HERPETOLOGIA. A Lista brasileira de anfíbios e répteis. Disponível em:
<http://sbherpetologia.org.br/checklist/checklist_brasil.asp>. Acesso em: 15 dez. 2012.

SOLÉ, M. et al.. Ants and termites are the diet of microhylid frog *Elachistocleis ovalis* (Schneider, 1799) at an Araucaria Forest in Rio Grande do Sul, Brazil. **Herpetological Bulletin**, v. 79, p. 14-17, 2002.

SOLÉ, M. et al. Diet of *Leptodactylus ocellatus* (Anura: Leptodactylidae) from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil. **Herpetology Notes**, v. 2, p. 9-15, 2009.

STUART, S. N. et al. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. **Science**, v. 306, p. 1783-1785, 2004.

STRUSSMANN, C. et al. Diet and foraging mode of *Bufo*

marinus and *Leptodactylus ocellatus*. **Journal of Herpetology**, v. 18, n. 2, p. 138-146, 1984.

SUGAI, J. L. M. M.; TERRA, J. S.; FERREIRA, V. L. Diet of *Leptodactylus fuscus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae) in the Pantanal of Miranda river, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 1, p. 99-104, 2012.

TEIXEIRA, R. L.; SCHINEIDER, J. A. P.; GIOVANELLI, M. Diet of the toad *Bufo granulosis* (Amphibia, Bufonidae) from sandy coastal plain in southeastern Brazil. **Boletim do Museu Biológico Mello Leitão**, v. 10, p. 29-31, 1999.

TOFT, C. A. Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal tropical environment. **Oecologia**, v. 45, n. 1, p. 131-141, 1980

_____. Feeding ecology of Panamanian litter anurans: patterns in diet and forage mode. **Journal of Herpetology**, v. 15, p. 139-144, 1981.

_____. Resource partitioning in amphibians and reptiles. **Copeia**, v.1985, n.1, p.1-21, 1985.

TOLEDO, L. F. Predation of juvenile and adult anurans by invertebrates: current knowledge and perspectives. **Herpetological Review**, v. 36, p. 395-400, 2005.

TOLEDO, L. F.; RIBEIRO, R. S.; HADDAD, C. F. B. Anurans as prey: an exploratory analysis and size relationships between predators and their prey. **Journal of Zoology**, v. 271, p. 170–177, 2006.

TROOST, T. A.; KOOI, B. W.; DIECKMANN, U. Joint evolution of predator body size and prey-size preference. **Evolutionary Ecology**, v. 22, p. 771–799, 2008.

TSUJI, H. Reproductive ecology and mating success of male *Limnonectes kuhlii*, a fanged frog from Taiwan. **Herpetologica**, v. 60, p. 155-167, 2004.

VALDERRAMA-VERNAZA, M.; RAMÍREZ-PINILLA, M. P.; SERRANO-CARDOZO, V. H. Diet of the Andean frog *Ranitomeya virolinensis* (Athesphatanura: Dendrobatidae). **Journal of Herpetology**, v. 43, p. 114-123, 2009.

VAN-SLUYS, M.; ROCHA, C. F. D. Feeding habits and microhabitat utilization by two syntopic Brazilian Amazonian frogs (*Hyla minuta* and *Pseudopaludicola* sp. (gr. *falcipes*)). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, p. 559–562, 1998.

VAN-SLUYS, M.; ROCHA, C. F. D.; SOUZA, M. B. Diet, reproduction and density of the leptodactylid litter frog *Zachaenus parvulus* in an Atlantic Rain Forest of southeastern Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 35, n. 2, p. 322-325, 2001.

VERDADE, V. K.; DIXO, M.; CURCIO, F. F. Os riscos de extinção de sapos,

rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 161-172, 2010.

VIGNOLLI, L.; LUISELLI, L. Dietary relationships among coexisting anuran amphibian: a worldwide quantitative review, **Oecologia**, v. 169, n. 2, p. 499-509, 2012.

VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. Resource utilization and guild structure of small vertebrates in the Amazon forest leaf litter. **Journal of Zoology**, v. 234, n. 3, p. 463–476, 1994.

WARKETIN, K. M. Adaptive plasticity in hatching age: A response to predation risk trade-offs. **Proceedings of National Academy of Sciences USA**, v. 92, p. 3507-3510, 1995.

WILBUR, H. M. et al. Sexual Selection in Toads : The Roles of Female Choice and Male Body Size. **Science**, v. 32, n. 2, p. 264–270, 1978.

WOGEL, H.; POMBAL JR., J. P. Comportamento reprodutivo e seleção sexual em *Dendropsophus bipunctatus* (Spix, 1824) (Anura, Hylidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 47, n. 13, p. 165-174, 2007.

WOODWARD, G. et al. Body size in ecological networks. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 20, n. 7, p. 402–409, 2005.

WOOLBRIGHT, I. I. Sexual selection and size dimorphism in anuran amphibia. **American Naturalist**, v. 121, n. 1, p. 115-199, 1982.

YOUNG, B. E. et al. Population declines and priorities for amphibian conservation in Latin America. **Conservation Biology**, v. 15, p. 1213–1223, 2001.

ZWEIFEL, R. G. Effects of temperature, body size, and hybridization on mating calls of toads, *Bufo a. ameivicanus* and *Bufo wood housiifowleri*. **Copeia**, v. 1968, p. 269-285, 1968.

1 Manuscrito submetido como artigo à Amphibia-Reptilia

2

3 **The overlap of trophic niche but not body size among three species of the genus**

4 ***Hypsiboas* (Anura, Hylidae) within and outside an ecotonal conservation area**

5

6 Joice Paiva Vidigal Martins¹, Fábio Freire Diniz², Josiane da Silva Ricardino², Alberto

7 José Olavarrieta Arab², Vinícius Xavier da Silva^{2*}

8

9 ¹Pós-graduação em Ecologia de Biomas Tropicais, Instituto de Ciências Exatas e

10 Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Campus Morro do Cruzeiro,

11 Bairro Bauxita, 35400-000, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil

12 ² Pós-graduação em Ecologia e Tecnologia Ambiental, Instituto de Ciências da Natureza

13 (ICN), Universidade Federal de Alfenas-MG (Unifal-MG), Rua Gabriel Monteiro da

14 Silva, 700, Centro, 37130-000, Alfenas, Minas Gerais, Brasil

15 *Corresponding author: vxsilva@gmail.com

16

17 Type of manuscript: article

18 Total number of words: 7,955

19

20

21

22

23

24

25 **Abstract**

26 Diet and body size are very important, intuitively related, and relatively easy to study
27 characteristics in amphibians. The theoretical understanding is that closely related species
28 tend to be similar due to their common ancestral origin. When species are in syntopy,
29 natural selection tends to segregate them in some way (character displacement), which
30 reduces competition among species. These concepts are also related to the potential use
31 of diet and body size as bioindicators. Environments with limited food resources, for
32 example, tend to intensify competition, which may be reflected in the average body size
33 of individuals. The aim of this study was to examine differences in diet and body size in
34 three species of treefrogs of the genus *Hypsiboas* between two habitat types: within a
35 conservation area (protected) and in the habitat surrounding the conservation area (more
36 degraded). Diet did not vary among species or environments, but two of the three species
37 were, on average, larger in the protected area than in its surroundings. The size differences
38 between these two species were also more pronounced in the most degraded area,
39 suggesting an ecological cause other than diet for this phenomenon.

40

41 **Keywords:** Amphibia, character displacement, diet, snout-vent length, biomass, Cerrado,
42 Atlantic Rainforest, Brazil

43

44

45

46

47

48 **Introduction**

49 Diet and body size in amphibians are naturally related traits and provide important
50 information regarding these species and their environment. Many studies assume that
51 morphological similarities among species indicate the use of certain habitat features in a
52 similar manner (MacArthur and Levis, 1967, Ricklefs and Trevis, 1980), especially for
53 closely related species (Toft, 1985). Thus, if two or more species are morphologically
54 similar and coexist in an environment, then it is possible that they compete for food
55 resources (Begon et al., 2006). Therefore, differences in morphology, foraging strategies,
56 and habitat use by sympatric species can reduce the negative effects of one species on the
57 other, thus facilitating their coexistence. This phenomenon was termed ecological
58 character displacement by Brown and Wilson (1956).

59 The hypothesis of character displacement is based on the widespread idea that
60 competition shapes ecological communities (Dayan and Simberloff, 2005, Moen and
61 Wiens, 2009), including segregating trophic niches (Pianka, 1966), especially in the
62 tropics (Vignolli and Luiselli, 2012). However, a gradual paradigm shift is underway in
63 this line of thought. Initially, these studies focused on a single goal: to show that sympatric
64 species should differ in some aspect of their trophic niches in response to reduced
65 interspecific competition (Van Sluys and Rocha, 1998, Ramírez-Bautista and Lemos-
66 Espinal, 2004, Santos et al. 2004, Almeida-Gomes et al., 2007, De-Carvalho et al., 2008
67 Duré et al., 2009, Cajade et al., 2010, Lima et al., 2010 Sabagh et al., 2010, 2012a). More
68 recently, an increasing number of studies have questioned the existence of competition
69 itself (Kuzmin, 1995, Dayan and Simberloff, 2005, Menin et al., 2005, Sabagh and
70 Carvalho-e-Silva, 2008, Kozak et al., 2009, Silva and Rossa-Feres, 2010a, Piatti and
71 Souza, 2011), especially in tropical environments that are rich in resources and among

72 animals such as amphibians that feed on arthropods, the richest and most abundant animal
73 group on the planet.

74 Among generalist species, a commonly attributed cause for possible differences
75 in diets is a morphological limitation on prey ingestion (Lima, 1998). In many cases,
76 differences in diet may be simply due to size difference among the prey consumed
77 (Magnusson and Lima, 1998). For example, a positive correlation between growth and
78 the consumption of larger prey is very common (Magnusson and Lima 1998, Lima et al.,
79 2000). Intuitively, in a conservation area, we expect that there are sufficient resources and
80 that individuals who have consumed more will tend to be larger and/or heavier. Similarly,
81 impacted environments may have a reduced food supply and therefore smaller and/or
82 lighter individuals. If this hypothesis is not rejected, we can use body parameters (length
83 and biomass, for example) or diet parameters as indicators of environmental quality.

84 However, controversy remains regarding the response of diet and body size to
85 environmental changes. For example, some studies investigating body size describe
86 selective pressures that benefit larger amphibians (Wilbur et al., 1978, Gibbons and
87 McCarthy, 1986, Semlistch and Gibbons, 1988, Scott, 1994, Halliday and Tejedo, 1995,
88 Bastos and Haddad, 1996, Mazerolle, 2001, Tsuji, 2004, Neckel-Oliveira and Gascon,
89 2006, Johansson et al., 2007, Olalla-Tárraga and Rodríguez, 2007, Delgado-Acevedo and
90 Restrepo, 2008, Marangoni and Tejedo, 2008, Castellano et al., 2009, Olalla-Tárraga et
91 al., 2009, 2010, Ficetola et al., 2010, Silva and Rossa-Feres, 2010b, Gouveia et al., 2013,
92 Ohlberger, 2013), whereas others report the exact opposite (Arendt, 1997, Metcalfe and
93 Monaghan, 2001, Altweeg, 2003, Morrison and Hero, 2003, Wogel and Pombal Jr, 2007,
94 Berven, 2009, Ma et al., 2009, Hector et al., 2012). There are also studies in which no
95 relationship has been found between the body size of amphibians and changes in the

96 environment (Watling et al., 2009), especially in salamanders (Olalla-Tárraga and
97 Rodríguez, 2007, Blankers et al., 2012), and studies in which salamanders have shown a
98 pattern opposite to that of anurans (Earl et al., 2011).

99 The association between large size and high latitudes and altitudes was first
100 described by Bergmann in 1847 among endothermic animals and became known as
101 Bergmann's Rule. This rule was later extended to ectothermic animals and seems to be
102 associated with a higher surface-volume ratio of the body. In larger animals, this
103 relationship prevents excessive heat loss, which would be advantageous in colder
104 environments (high altitudes and latitudes); however, there is some disagreement
105 regarding the generalisability of Bergmann's Rule (Adams and Church, 2008, other
106 references in Gouveia et al., 2013).

107 Another possibility is that in some species, diet and/or body size are determined
108 not only by the environment but also phylogenetically, such as body size in the clade
109 Centrolenidae, which follows Bergmann's Rule (Gouveia et al., 2013), or the tendency
110 for myrmecophagy to be associated with the presence of certain toxins in Dicrobatidae
111 (Toft, 1980, 1981, 1995, Lima and Moreira, 1993, Caldwell, 1996, Darst et al., 2005,
112 Cajade et al., 2010, Forti et al., 2011, Saporito et al., 2012) and Bufonidae venoms
113 (Strüssmann et al., 1984, Filipello and Crespo, 1994, Campeny and Montory, 1995,
114 Lajmanovich, 1995, Flowers and Graves, 1999, Isacch and Barg, 2002, Rose et al., 2002,
115 Santana and Juncá, 2007, Sabagh and Carvalho-e-Silva, 2008, Duré et al., 2009, Ferreira
116 and Teixeira, 2009, Heise-Pavlov and Longway, 2011, Maragno and Souza, 2011,
117 Quiroga et al., 2011, Sabagh et al. 2012b, Saporito et al. 2012). If this phylogenetic
118 hypothesis is not rejected, these characteristics would be expected to change only slowly

119 through evolutionary time. Therefore, these lineages should respond more slowly to
120 environmental changes if at all.

121 Amphibians are particularly advantageous for this type of study, especially more
122 generalist species, because they often congregate in great quantities in water bodies,
123 which they use as breeding sites. In a few nights, a reasonable number of individuals can
124 be collected to allow for more detailed quantitative analyses. Furthermore, amphibians'
125 ingestion of prey nearly whole facilitates the identification of their stomach contents.
126 Thus, amphibians represent an excellent animal model for biometric and trophic niche
127 comparisons of closely related species.

128 Regardless of the circumstances, we have only a preliminary understanding of
129 how diet and body size vary among species and populations of amphibians and what
130 causes the variation. The objective of this study is to describe the change in diet and body
131 size in three closely related species of the same genus, comparing sites within a protected
132 area (preserved) and in the surrounding unprotected area (under greater human impact),
133 in order to test preliminary hypotheses regarding the roles of character
134 displacement/bioindicators versus phylogenetic signal. We compared the diet and
135 biometry of three relatively large species of the genus *Hypsiboas* (Hylidae) – *H.*
136 *albopunctatus*, *H. faber*, and *H. lundii* – in three areas within and three areas outside the
137 boundaries of the Parque Estadual Serra da Boa Esperança (PESBE) in southeastern
138 Brazil. The genus *Hypsiboas* is monophyletic (Faivovich et al., 2005, Frost et al., 2006),
139 although the three species studied do not belong to a single group. *H. albopunctatus*
140 belongs to the group of the same name, whereas *H. faber* and *H. lundii* belong to the *H.*
141 *faber* group (Faivovich et al., 2005, Frost, 2013).

142 Considering the phylogenetic proximity of these three syntopic species and their
143 occurrence at six sampling sites, the following questions were investigated: 1) Are there
144 differences in the number, total volume, frequency, and importance index of each
145 category of prey found in the stomach contents of individuals of the three *Hypsiboas*
146 species found within and outside the PESBE? 2) Are there differences in length and
147 volume of each prey organism within and outside the PESBE and among the three
148 species? 3) Are the length and volume of each prey organism related to the length and
149 mouth width of the predators? 4) Are there overlaps among the trophic niches of the three
150 species? 5) Are there differences in biometry among the three species and between the
151 study areas within and outside the PESBE for each of the three species?

152

153 **Materials and Methods**

154 *Study area*

155 This study was conducted in the Parque Estadual Serra da Boa Esperança (PESBE), a
156 conservation area situated in southern Minas Gerais state, Brazil. PESBE has an area of
157 5,873 hectares and is located at 21°S and 46°W. The park area includes the Atlantic
158 Rainforest and Cerrado (savannah) biomes and is situated at the southern limits of the
159 intertropical zone, with a mesothermal humid tropical climate influenced by high altitude
160 (Figure 1). The average annual precipitation is approximately 1,500 mm. The average
161 annual temperature is 19°C. In summer and spring, the maximum daily temperature
162 ranges from 25 to 29°C. The hottest months are from November to January, with highs
163 of 36-37°C and lows of 9-10°C (IEF, 2013, IBGE, 2013).

164 We defined six sampling points (three within the PESBE and three outside),
165 controlling as much as possible for topography, altitude, the presence of water, and the

166 type of vegetation. Thus, the primary difference between the two sets of points was
167 whether they were located within the boundaries of the park. The three sampling sites
168 were determined using SPRING (Camara et al., 1996) and cartographic databases
169 provided by the Instituto Estadual de Florestas (IEF, 2013) (Figure 1).

170 *Data collection*

171 Sampling was conducted by six researchers during 14 days from January 2011. We
172 performed visual and acoustic encounter surveys (Crump and Scott Jr., 1994) at night
173 between 20:00 and 23:00 hours. During the study period, the six sampling points were
174 each covered equally by the six collectors. Each point was surveyed for two consecutive
175 nights, alternating collecting two nights within and two nights outside of the park. The
176 total effort of collection reached 216 hours.man.

177 The captured animals were placed in a transparent plastic bag with a handful of
178 leaf litter to retain moisture. We euthanised the animals as soon as possible to minimise
179 the loss of important information such as stomach contents and biomass. Specimens were
180 collected with permit No. 10704-1 of the Instituto Chico Mendes (ICMBio). The
181 specimens were weighed using a Pesola® scale with an accuracy of 0.1 g and then
182 euthanised with intraperitoneal ketamine, 50 mg/ml at a dose of 2-2.5 ml/kg (Green,
183 1979). A numbered tag was then tied to the left leg of each frog, and the frog was fixed
184 in formalin 10%, and after 48 h, preserved in 70% alcohol. All collected material was
185 deposited in the Coleção Herpetológica Alfred Russel Wallace (CHARW) at the
186 Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG).

187 In the laboratory, the snout-vent length (SVL) and mouth width (MW) of the
188 exemplars was measured using digital callipers accurate to 0.01 mm; they were then
189 dissected for sexing by direct observation of the gonads (Vaz-Silva et al., 2005), and their

190 stomachs were removed. Stomach contents were placed in a Petri dish under a
191 stereomicroscope for identification to order. Subsequently, the contents of each specimen
192 were placed in small vials with 70% alcohol to be stored with the corresponding copies
193 in the collection (Sturaro and Silva, 2010). The length (l) and width (w) of the prey were
194 measured with the same callipers used to measure the frogs. These data were used to
195 estimate the volume (v) of each prey organism using the ellipsoid formula (De-Carvalho,
196 2008).

197 *Statistical analysis*

198 For each individual and its stomach contents, we calculated the number of prey (N); total
199 volume of prey (V); frequency of occurrence in stomachs for each prey category; and
200 percentage by number ($N\%$), volume ($V\%$), and frequency ($F\%$) of each category of prey
201 (Sturaro and Silva, 2010). The relative importance of each category of prey was
202 determined by the Index of Importance (I_x) to quantify the magnitude of each food item
203 in the diet of each species of *Hypsiboas* (Howard et al., 1999).

204 The samples were tested for normality using the Shapiro-Wilk test. Most of the
205 samples had a non-normal distribution; thus, non-parametric tests were performed.
206 Comparisons of N , V , F , I_x , l , and v between samples from within and outside the park
207 were performed using a Kolmogorov-Smirnov test. If differences were not detected,
208 samples from within and outside were grouped into a single sample for each species of
209 *Hypsiboas* to compare N , V , F , I_x , l , and v among species using a Kruskal-Wallis test
210 followed by a Student Newman-Keuls or a Dunn test.

211 The relationships of the length (l) and volume (v) of prey with the snout-vent
212 length (SVL) and mouth width (MW) of anurans were tested using linear regression
213 analysis following log transformation of the data (Almeida-Gomes et al., 2007, Ramírez-

214 Bautista and Lemos-Espinal, 2004). The symmetrical overlap index, or Trophic Niche
215 overlap (\emptyset_{ij}), between pairs of species was calculated following Pianka (1973), with
216 values close to zero indicating different diets and values close to 1.0 indicating similar
217 diets.

218 The comparisons within versus outside of the park for the biomass (B) and SVL
219 of each species were performed using a *t*-test because the distributions were normal
220 according to the Shapiro-Wilk test. The comparisons of B and SVL of the three species
221 between the internal and external areas of the park were performed separately used a
222 Kruskal-Wallis test followed by Dunn's test. The Kruskal-Wallis test followed by a
223 Student-Newman-Keuls test was also used but did not show different results.

224

225 **Results**

226 *Number, total volume, frequency, and importance index of each category of prey*

227 We captured 24 females: seven *H. faber* (only two outside the park), 17 *H. lundii*, and no
228 *H. albopunctatus*. We captured 76 males: 17 *H. faber*, 23 *H. lundii*, and 36 *H.*
229 *albopunctatus*. Of these individuals, only seven (41.2%), six (26.1%), and nine (25%),
230 respectively, had stomach contents. The stomach contents of only males were used in diet
231 analysis. *H. lundii* females could also be used in the analysis of anuran biometry. The
232 number, total volume, frequency, and importance index of each category of prey of the
233 three *Hypsiboas* species within and outside of the PESBE are presented in the Table 1
234 (within the park) and Table 2 (outside). The diets of the three species were similar in
235 composition, with representatives of the taxa Coleoptera, Homoptera, Orthoptera,
236 Blattariae, Lepidoptera, Hemiptera, Araneae, and Crustacea (Isopoda). Coleopterans
237 were the most common prey. There were no differences in the number, total volume,

238 frequency, or importance index within versus outside the park for any species of
239 *Hypsiboas* (all $P > 0.05$ in Kolmogorov-Smirnov tests). After grouping the samples from
240 within and outside the park by taxon, we tested for normality (Shapiro-Wilk test), which
241 was rejected for all taxa. We then applied non-parametric analysis of variance of the
242 Kruskal-Wallis test (H) among the three species, which also indicated no difference in
243 the number ($H_2=0.79$, $P=0.67$), total volume ($H_2=0.80$, $P=0.67$), frequency ($H_2=0.41$,
244 $P=0.81$), or importance index ($H_2=0.28$, $P=0.87$) of each category of prey.

245 *Length and volume of each prey*

246 The comparison of the length of each item in the diet of each species within versus outside
247 of the park also indicated no differences (all $P > 0.05$ in Kolmogorov-Smirnov tests), as
248 did the grouped samples (within+outside) for each species ($H_2=4.05$, $P=0.13$). The
249 volume of each prey species was different within the protected area than outside
250 ($H_5=14.24$, $P=0.01$) for *H. faber* (Student Newman-Keuls $P=0.02$) and *H. albopunctatus*
251 (Student Newman-Keuls $P=0.02$). Differences in the volume of each prey species among
252 frog species appeared in *H. faber* within x *H. lundii* outside (Student Newman-Keuls $P=0.01$)
253 and *H. faber* within x *H. albopunctatus* within (Student Newman-Keuls $P=0.01$) (Figure 2).

254 *Comparison of prey size and anuran mouth size*

255 Only for *H. faber* was prey volume related to snout-vent length (SVL: $r^2_{adj}=0.66$,
256 $F=24.38$, $P<0.01$) and mouth width (MW: $r^2_{adj}=0.68$, $F=26.72$, $P<0.01$). In *H.*
257 *albopunctatus*, only prey length was related to SVL ($r^2_{adj}=0.35$, $F=6.97$, $P=0.02$).

258

259

260

261 *Trophic niche overlap*

262 The values of the Pianka (1973) index close to 1.00 indicated an overlap of trophic niches
263 among the three species: $\emptyset_{ij \text{ faber } x \text{ lundii}}=0.77$; $\emptyset_{ij \text{ faber } x \text{ albopunctatus}}=0.87$; and $\emptyset_{ij \text{ lundii } x$
264 $\text{albopunctatus}}=0.78$.

265 *Biometry of the three Hysiboas species*

266 Only *H. faber* males and *H. lundii* females were significantly different in biomass and
267 SVL within versus outside the PESBE. In both of these groups, the larger and heavier
268 individuals were found within the park (Figures 3 and 4). Males of *H. albopunctatus* and
269 *H. lundii* exhibited no biometric differences between samples from inside and outside the
270 study area (Table 3). The three species differed in the biometric parameters of biomass
271 within ($H_2=24.04$, $P<0.0001$) and outside the PESBE ($H_2=37.87$, $P<0.0001$) and in snout-
272 vent length within ($H_2=24.01$, $P<0.0001$) and outside the PESBE ($H_2=37.21$, $P<0.0001$)
273 (Table 4). The only two species that were not significantly different were *H. faber* and *H.*
274 *lundii* within the PESBE, according to a Dunn test (Table 4). However, in general, *H.*
275 *faber* was the largest of the three species, *H. albopunctatus* was the smallest, and *H. lundii*
276 had intermediate dimensions.

277

278 **Discussion**

279 *Number, total volume, frequency, and importance index of each category of prey*

280 The number of specimens examined in our study is comparable to other studies in the
281 Neotropical region (Van Sluys and Rocha, 1998, Ramírez-Bautista and Lemos-Espinal,
282 2004, Menin et al., 2006, Almeida-Gomes et al., 2007, De-Carvalho, 2008, Muniz et al.,
283 2008, Lima et al., 2010, Sabagh et al., 2010), although we found the lowest percentage of
284 stomachs with contents. The general diet of these three species of *Hysiboas* is
285 comparable to other frog species that feed on arthropods but with a particular importance

286 of beetles (higher values of I_x for this category of prey among all comparative studies).
287 Coleoptera is the largest order of insects, which represent the largest group of metazoans,
288 and coleopterans are most abundant in this environment in the rainy season (Pineiro et
289 al., 2002) during which the study was conducted. Therefore, the prevalence of
290 coleopterans may reflect the greater availability of these insects in the environment.

291 The high proportion of empty stomachs in this study might have been the result
292 of specimens being collected during the reproductive season (Menin et al., 2006, Solé and
293 Pelz, 2007), when great amounts of energy are devoted to vocalisation, with a consequent
294 reduction in other activities such as foraging. Alternatively, these empty stomachs may
295 indicate a negative energy balance when compared with species or populations with a
296 higher proportion of full stomachs (Sabagh et al., 2010). If true, this explanation may
297 indicate that the conservation area studied has a deficiency of food resources, at least for
298 these three species of *Hypsiboas*. Another possibility is that some prey categories may be
299 relatively more energetic than others. If this is true for beetles, in particular, it could mean
300 that the study area is not deficient in food resources and might explain both the greater
301 abundance of coleopterans in the samples and the higher proportion of empty stomachs.
302 These three assumptions, however, remain to be tested.

303 *Length and volume of each prey*

304 Previous studies have also shown differences in the size (Menin et al., 2006) and volume
305 (Van Sluys and Rocha, 1998, Menin et al., 2006, De-Carvalho, 2008) of prey ingested.
306 Almeida-Gomes et al. (2007) did not detect any difference in these parameters of the prey
307 body. Studies that have found size variation generally have used it to explain segregation
308 among species despite their similarity in other dietary aspects. In the three *Hypsiboas*
309 species studied here, only the volume of prey items varied.

310 *Comparison of prey size and anuran mouth size*

311 Among amphibians, snout-vent length (SVL) and mouth width (MW) generally correlate
312 with the size of the prey consumed. Individuals are limited to capturing prey that fit in
313 their mouths because they do not chew their food. Thus, variations in the width of the
314 mouth result in differences in the diet of frogs, reflecting the size of prey ingested (França
315 et al., 2004). The results of the present study, however, showed little evidence of this
316 relationship; only the MW of *H. faber* was related to the volume of its prey. For SVL, the
317 relationship with volume was also significant only for *H. faber*; there was also a
318 significant relationship between SVL of *H. albopunctatus* and the length of prey. This
319 final result seems even more contradictory because there were no significant differences
320 in the lengths of prey among the samples studied here. In previous studies, this association
321 was also weak, only supported for one of two species examined (Ramírez-Bautista and
322 Lemos-Espinal, 2004), or has not been confirmed (Almeida-Gomes et al., 2007, Lima et
323 al., 2010).

324 *Trophic niche overlap*

325 Compared with other studies (Van Sluys and Rocha, 1998, Ramírez-Bautista and Lemos-
326 Espinal, 2004, Menin et al., 2006, Almeida-Gomes et al., 2007, De-Carvalho, 2008, Lima
327 et al., 2010, Sabagh et al., 2010), the degree of overlap in trophic niche observed among
328 the three species of *Hypsiboas* in the present study is high. Lower values of this index
329 may be associated with the low phylogenetic proximity of the species compared (Van
330 Sluys and Rocha, 1998, Almeida-Gomes et al., 2007). Closely related species tend to
331 share behavioural, physiological, and morphological characters precisely because of their
332 common ancestry (Zimmerman and Simberloff, 1996). Although contrary to the idea that
333 these species tend to diverge in syntopy (Leary, 2001, Dayan and Simberloff, 2005), we

334 cannot ignore the historical heritage. Competition alone does not explain all of the
335 patterns. This reasoning stems from the simplistic expectation that communities are
336 structured by processes of competition. There are, however, other types of interactions
337 that contribute to, increase, or reduce this competition, such as predation, parasitism,
338 environmental variations, and the species' own evolutionary history (Toft, 1985).

339 According to Silva and Rossa-Feres (2010a), diet is a conservative characteristic.
340 When this behaviour changes in evolutionary scale, major changes stand out in the eyes
341 of researchers, as the myrmecophagy in Dendrobatidae and Bufonidae (Saporito et al.,
342 2012). The similarity of the diet and the overall generalism of the three species of
343 *Hypsiboas*, two of them in the same group (*H. lundii* and *H. faber* in the *H. faber* group)
344 (Faivovich et al., 2005, Frost et al., 2006, Frost, 2013), is a further indication that they
345 most likely do not compete for food.

346 It is possible that competition for food is not a common dynamic in amphibian
347 communities (Kuzmin, 1995, Menin et al., 2006). A plausible explanation would be that
348 abundant resources in the environment enable two organisms to share the same resource
349 without competition (Pianka, 1974). Therefore, the index of trophic niche overlap does
350 not necessarily indicate that there is competition. To test this hypothesis, the availability
351 of food in nature should be assessed. Such an assessment would also enable an
352 examination of electivity or food preferences among consumers (Menin et al., 2006).
353 Some observations in the present study, although not quantitatively measured, may
354 reinforce this idea of little competition for food. For instance, most specimens of the three
355 *Hypsiboas* species were collected in the same microhabitats and time periods, suggesting
356 a low probability of segregation or partitioning of resources as suggested in other studies
357 (Van Sluys and Rocha, 1998, Ramírez-Bautista and Lemos-Espinal, 2004, Menin et al.,

358 2006, Almeida-Gomes et al., 2007, De-Carvalho, 2008, Sabagh et al., 2010). In addition,
359 the study area is in a typical ecotone region. These areas are known for their high diversity
360 because they are sites of contact between different communities (Ries et al., 2004). Thus,
361 the study area may also have a greater abundance of beetles and other arthropods.

362 Our results, therefore, do not support the hypothesis of character displacement of
363 the trophic niches of these three syntopic species, as was previously observed by Isacch
364 & Barg (2002) for *Odontophrynus americanus*, *Bufo dorbignyi*, and *Bufo arenarum* and
365 by Macale et al. (2008) for *Lysapsus limellum*, *Dendropsophus nanus*, and
366 *Dendropsophus sanborni*. In these studies, the species of the same genus did not differ
367 greatly in their trophic niches.

368 As our results do not provide much evidence of segregation of trophic niches or
369 competition for food, we find it more prudent to use caution in using diet data as
370 environmental bioindicators and instead focus on the biometric analysis of anurans.

371 *Biometry of the three Hysiboas species*

372 The biometric differences observed can corroborate different hypotheses at
373 different scales. Although *H. albopunctatus* and the males of *H. lundii* did not differ inside
374 and outside the PESBE, the males of *H. faber* and females of *H. lundii* were larger and
375 heavier within the park, reinforcing the idea that larger size is more advantageous. Smaller
376 individuals originated from less protected and more impacted areas outside the park. This
377 observation might also be interpreted as evidence of Bergmann's Rule. In our view, there
378 are other reasons that Bergmann's Rule, or what we call the "bigger is better" hypothesis,
379 is more likely, at least for the anurans: 1) more studies support this hypothesis versus the
380 alternative hypothesis (see references in the Introduction item); 2) more recent articles
381 support Bergmann's Rule rather than those who defend the hypothesis "smaller is better";

382 3) there is a physiological basis – i.e., the surface/volume ratio – supporting it (Ficetola
383 et al., 2010, Gouveia et al., 2013); 4) there is favourable evidence at the macroecological
384 scale rather than local or regional scales (Olalla-Tárraga and Rodríguez, 2007, Olalla-
385 Tárraga et al., 2009, 2010, Ficetola et al., 2010, Gouveia et al., 2013, Ohlberger, 2013);
386 5) the imprint review present in greater quantity in favorable articles (Olalla-Tárraga and
387 Rodríguez, 2007, Olalla-Tárraga et al., 2009, 2010, Ficetola et al., 2010, Gouveia et al.,
388 2013, Ohlberger, 2013); and 6) Bergmann’s Rule is more intuitive and logical.

389 Unlike diet, which can display a phylogenetic signal but is more conservative
390 (Silva and Rossa-Feres, 2010a), biometric parameters may be primarily defined by the
391 evolutionary history of the group but should also be more plastic characteristics.
392 Therefore, these parameters can respond more easily to secondary changes (later) in the
393 environment.

394 When studies of trophic niches verify substantial overlap, the authors generally
395 seek to explain the overlap using possible segregations in biometry, which would allow
396 for the exploration of different microhabitats and thus reduce competition (VanSluys and
397 Rocha, 1998, Ramírez-Bautista and Lemos-Espinal, 2004, Menin et al., 2006, Almeida-
398 Gomes et al., 2007, De-Carvalho, 2008, Sabagh et al., 2010). We found little evidence of
399 microhabitat segregation but a strong syntopy among the three *Hypsiboas* species.
400 Therefore, we consider body size differences to be most likely due to evolutionary
401 heritage and subsequently shaped by ecology as character displacement reduced the
402 competition. The larger body size of *H. faber* and *H. lundii* versus *H. albopunctatus* might
403 be the result of the evolutionary history of the *H. faber* group (Faivovich et al., 2005,
404 Frost, 2013), and the distinction between *H. faber* (largest) and *H. lundii* (intermediary)
405 might then be the result of character displacement. This interpretation is supported by the

406 Kruskal-Wallis test, which showed differences in overall biometry among the three
407 species, whereas no significant differences in biomass or SVL were found between *H.*
408 *faber* and *H. lundii* within the park (Table 4) by either the Dunn test or the Student-
409 Newman-Keuls test (not shown). It is possible that outside the boundaries of the park, in
410 a less protected environment, the increased selective pressures were not sufficient to
411 segregate diets but had already led to changes in biometry. Two of the three species are
412 smallerless abundant outside the park, and the biometric differences among these species
413 were greater outside than inside the PESBE. Therefore, it seems possible to use
414 parameters of body size as a measure of environmental quality, and thus, the hypothesis
415 regarding body size/bioindication is not refuted.

416 The variation in trophic niche and body size is only beginning to be understood
417 (Olalla-Tárraga et al., 2010), with the current focus primarily on the role of historical
418 (evolutionary or distant in time) and proximal (ecological or most recent) causes. For the
419 latter, this study essentially eliminated competition for food as a cause of body size
420 differentiation among the species (probable phylogenetic origin) and habitats (other
421 probable environmental causes) sampled. The next steps may involve the search for other
422 ecological causes for biometric differences among environments (predation, disease, or
423 another type of competition) and the application of more refined tools of biometric
424 analysis such as geometric morphometrics, with a greater emphasis on shape than on size
425 (Dayan and Simberloff, 2005). If these differences are apparent using simple analysis
426 tools, more detailed studies may further intensify these distinctions. The study of these
427 biometric characteristics as bioindicators is considered very promising. In addition to
428 being quick, uncomplicated, and inexpensive, this approach allows for the detection of

429 negative environmental impacts at an early stage, before the destruction is irreversible;
430 thus, the benefits for conservation are obvious.

431

432 **Acknowledgements**

433 We thank A. Pereira, E. Miranda, and F. S. Cruz for field assistance and V. R. Moreno-
434 Cotulio, M. J. S. Wisniewski, M. R. S. Pires, Nature Publishing Group
435 (languageediting.nature.com) and anonymous reviewers for critically reading the text.
436 We also thank the Instituto Chico Mendes (ICMBio) for the capture and transportation
437 license (No. 10704-1) and the Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF/MG)
438 for the technical support. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
439 (FAPEMIG) provided financial support through the Biota Minas Program (Proc. No.
440 APQ 03549-09).

441

442 **References**

- 443 Adams, D.C., Church, J.O. (2008): Amphibians do not follow Bergmann's rule.
444 *Evolution* **62**: 413-420.
- 445 Almeida-Gomes, M., Hatano, F.H., Van Sluys, M., Rocha, C.F.D. (2007): Diet and
446 microhabitat use by two Hylodine species (Anura, Cycloramphidae) living in sympatry
447 and syntopy in a Brazilian Atlantic rainforest area. *Iheringia, Série Zoologia* **97**: 27-30.
- 448 Altwegg, R. (2003): Multistage density dependence in an amphibian. *Oecologia* **136**:
449 46–50.
- 450 Arendt, J.D. (1997): Adaptive intrinsic growth rates: an integration across taxa. *The*
451 *Quarterly Review of Biology* **72**: 149–177.
- 452 Barinaga, M. (1990): Where have all the froggies gone? *Science* **247**: 1033-1034.

- 453 Silva, F.R., Rossa-Feres, D.C. (2010): Diet of anurans captured in forest remnants in
454 southeastern Brazil. *Rev. Esp. Herpetologia* **24**: 5-17.
- 455 Bastos, R.P., Haddad, C.F.B. (1996): Breeding activity of the neotropical treefrog *Hyla*
456 *elegans*. *J. Herpetol.* **30**: 355-360.
- 457 Bastos, R.P., Motta, J.A.O., Lima, L.P., Guimarães, L.D. (2003): Anfíbios da Floresta
458 Nacional de Silvânia, Estado de Goiás. Goiânia, R. P. Bastos.
- 459 Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. (2006): Ecology: from Individuals to
460 Ecosystems. 4.ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- 461 Bergmann, C. (1847): Über die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer
462 Größe. *Gottinger Studien* **3**: 595-708.
- 463 Berven, K.A. (2009): Density Dependence in the Terrestrial Stage of Wood Frogs:
464 Evidence from a 21-Year Population Study. *Copeia* **2009**: 328–338.
- 465 Blankers, T., Adams, C., Wiens, J.J. (2012): Ecological radiation with limited
466 morphological diversification in salamanders. *J. Evol. Biol.* **25**: 634-646.
- 467 Brown, W.L., Wilson, E.O. (1956): Character displacement. *Syst. Zool.* **5**: 49–64.
- 468 Cajade, R., Schaefer, E.F., Duré, M.I., Kehr, A.I. (2010): Trophic and microhabitat
469 niche overlap in two sympatric dendrobatids from La Selva, Costa Rica. *Cuad. Herp.*
470 **24**: 81–92.
- 471 Caldwell, J.P. 1996. The evolution of myrmecophagy and its correlates in poison frogs
472 (Family Dendrobatidae). *J. Zool.* **240**: 75-101.
- 473 Camara, G., Souza, R.C.M., Freitas, U.M., Garrido, J. (1996): SPRING: Integrating
474 Remote Sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics* **20**:
475 395-403.
- 476 Campeny, R., Montory, A. 1995. Feeding of an Iberian population of *Bufo bufo* during

- 477 the reproductive period. *Scientia Herpetologica*: 172-175.
- 478 Castellano, S., Rosso, A., Doglio, S., Giacoma, C. (2009): Body size and calling
479 variation in the green toad (*Bufo viridis*). *J. Zool.* **248**: 83-90.
- 480 Crump, M.L., Scott Jr., N.J. (1994): Visual encounter surveys. In *Measuring and*
481 *monitoring biological diversity. Standard methods for amphibians.* p. 84-92. Heyer,
482 R.W., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.-A.C., Foster, M.S., Eds.,
483 Washington and London, Smithsonian Institution Press.
- 484 Darst, C.R., Menendez-Guerrero, P.A., Coloma, L.A., Cannatella, D.C. (2005):
485 Evolution of dietary specialization and chemical defense in poison frogs
486 (*Dendrobatidae*): a comparative analysis. *Am. Nat.* **165**: 56–69.
- 487 Dayan, T., Simberloff, D. (2005): Ecological and community-wide character
488 displacement: the next generation. *Ecology Letters* **8**: 875-894.
- 489 De-Carvalho, C.B., Freitas, E.B., Faria, R.G., Batista, R.C., Batista, C.C., Coelho,
490 W.A., Bocchiglieri, A. (2008): História natural de *Leptodactylus mystacinus* e
491 *Leptodactylus fuscus* (Anura: Leptodactylidae) no Cerrado do Brasil Central. *Biota*
492 *Neotropica* **8**: 105-115.
- 493 Delgado-Acevedo, J., Restrepo, C. (2008): The contribution of habitat loss to changes in
494 body size, allometry, and bilateral asymmetry in two *Eleutherodactylus* frogs from
495 Puerto Rico. *Conservation Biology* **22**: 773–782.
- 496 Diniz-Filho, J.A.F., Bini, L.M., Vieira, C.M., Souza, M.C., Bastos, R.P.D., Brandão, D.,
497 Oliveira, L.G. (2004): Spatial patterns in species richness and priority areas for
498 conservation of anurans in the Cerrado region, Central Brazil. *Amphibia-Reptilia* **25**:
499 63-75.
- 500 Duré, M.I., Kehr, A.I., Schaefer, E.F. (2009): Niche overlap and resource partitioning

- 501 among five sympatric bufonids (Anura, Bufonidae) from northeastern Argentina.
502 *Phyllomedusa* **8**: 27-39.
- 503 Earl, J.E., Luhring, T.M., Williams, B.K., Semlitsch, R.D. (2011): Biomass export of
504 salamanders and anurans from ponds is affected differentially by changes in canopy
505 cover. *Freshwater Biology* **56**: 2473–2482.
- 506 Eterovick, P.C., Sazima, I. (2004): Amphibians from the Serra do Cipó. Belo Horizonte,
507 Minas Gerais, PUC Minas.
- 508 Eterovick, P.C., Carnaval, A.C.O.Q., Borges-Nojosa, D.M., Silvano, D.L., Segalla,
509 M.V., Sazima, I. (2005): Amphibian declines in Brazil: an overview. *Biotropica* **37**:
510 166-179.
- 511 Faivovich, J., Haddad, C.F.B., Garcia, P.C.A., Frost, D.R., Campbell, J.A., Wheeler,
512 W.C. (2005): Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to
513 Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* **294**:
514 1-240.
- 515 Ferreira, R.B., Teixeira, R.L. (2009): Feeding pattern and use of reproductive habitat of
516 the Striped toad *Rhinella crucifer* (Anura: Bufonidae) from Southeastern Brazil. *Acta*
517 *Herpetologica* **4**: 125-134.
- 518 Ficetola, G.F., Scali, S., Denoël, M., Montinaro, G., Vukov, T.D., Zuffi, M.A.L., Padoa-
519 Schioppa, E. (2010): Ecogeographical variation of body size in the newt *Triturus*
520 *carnifex*: comparing the hypotheses using an information-theoretic approach. *Global*
521 *Ecology and Biogeography* **19**: 485-495.
- 522 Filipello, A., Crespo, F. (1994): Alimentación en *Melanophryniscus stelzneri* (Anura:
523 Bufonidae). *Cuad. Herpetol.* **8**: 18-24.
- 524 Flowers, M., Graves, B. (1995): Prey selectivity and size-specific diet changes in *Bufo*

- 525 *cognatus* and *B. wwoodhousii* during early post-metamorphic ontogeny. *J. Herpetol.* **29**:
526 608-609.
- 527 Forti, L.R., Tissiani, A.S.O., Mott, T., Strüssmann, C. (2011): Diet of *Ameerega*
528 *braccata* (Steindachner, 1864) (Anura: Dendrobatidae) from Chapada dos Guimarães
529 and Cuiabá, Mato Grosso State, Brazil. *Braz. J. Biol.* **71**: 189-196.
- 530 França, L.F., Facure, K.G., Giaretta, A.A. (2004): Trophic and spatial niches of two
531 large-sized species of *Leptodactylus* (Anura) in southeastern Brazil. *Studies on*
532 *Neotropical Fauna and Environment* **39**: 243-248.
- 533 Freitas, E.B., De-Carvalho, C.B., Faria, R.G., Batista, R.C., Batista, C.C., Coelho,
534 W.A., Bocchiglieri, A. (2008): Nicho ecológico e aspectos da história natural de
535 *Phyllomedusa azurea* (Anura: Hylidae, Phyllomedusinae) no Cerrado do Brasil Central.
536 *Biota Neotropica* **8**: 101-110.
- 537 Frost, D.R. (2013): Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.6
538 (9 January 2013). Electronic Database accessible at
539 <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of
540 Natural History. New York, USA.
- 541 Frost, D.R., Grant, T., Faivovich, J., Bain, R.H., Haas, A., Haddad, C.F.B., de Sá, R.O.,
542 Channing, A., Wilkinson, M., Donnellan, S.C., Raxworthy, C.J., Campbell, J.A., Blotto,
543 B.L., Moler, P., Drewes, R.C., Nussbaum, R.A., Lynch, J.D., Green, D.M., Wheeler,
544 W.C. (2006): The amphibian tree of life. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* **297**: 1-370.
- 545 Gibbons, M.M., McCarthy, T.K. (1986): The reproductive output of frogs *Rana*
546 *temporaria* (L.) with particular reference to body size and age. *J. Zool.* **209**: 579–593.

- 547 Gouveia, S.F., Dobrovolskii, R., Lemes, P., Cassemiro, F.A.S., Diniz-Filho, J.A.F.
548 (2013): Environmental steepness, tolerance gradient, and ecogeographical rules in
549 glassfrogs (Anura: Centrolenidae). *Biol. J. Linn. Soc.* **108**: 773-783.
- 550 Green, C.J. 1979. Aquatic animals. In *Animal anesthesia*. Green, C.J., Ed., London,
551 *Laboratory Animals*.
- 552 Haddad, C.F.B., Toledo, L.F., Prado, C.P.A. (2008): *Guide for the Atlantic Forest*
553 *anurans*. São Paulo, Editora Neotropica.
- 554 Halliday, T., Tejedo, M. (1995): Intrasexual selection and alternative mating behaviour.
555 In *Amphibian biology*. Heatwole, H., Sullivan, B.K., Eds., Chipping Norton, Surrey
556 Beatty & Sons.
- 557 Hector, K.L., Bishop, P.J., Nakagawa, S. (2012): Consequences of compensatory
558 growth in an amphibian. *J. Zool.* **286**: 93–101.
- 559 Heise-Pavlov, S.R., Longway, L.J. (2011): Diet and dietary selectivity of Cane Toads
560 (*Rhinella marina*) in restoration sites: a case study in Far North Queensland, Australia.
561 *Ecological Management & Restoration* **12**: 230-233.
- 562 Howard, A.K., Forester, J.D., Ruder, J.M., Parmerlee, J.S., Powell, R. (1999): Natural
563 history of a terrestrial Hispaniolan anole, *Anolis barbouri*. *J. Herpetol.* **33**: 702–706.
- 564 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2013): *Dados Básicos de Boa*
565 *Esperança-MG*. Accessible in
566 <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=310710#e>.
- 567 Instituto Estadual de Florestas – IEF (2013): *Parque Estadual Serra da Boa Esperança*.
568 Accessible in <http://www.ief.mg.gov.br/noticias/280?task=view>.
- 569 Isaach, J.P., Barg, M. (2002): Are bufonid toads specialized ant-feeders? A case test
570 from the Argentinian flooding pampa. *Journal of Natural History* **36**: 2005-2012.

- 571 Johansson, M., Primmer, C.R., Merilä, J. (2007): Does habitat fragmentation reduce
572 fitness and adaptability? A case study of the common frog (*Rana temporaria*). *Mol.*
573 *Ecol.* **16**: 2693–2700.
- 574 Kozak, K.H., Mendyk, R.W., Wiens, J.J. (2009): Can parallel diversification occur in
575 sympatry? Repeated patterns of body-size evolution in coexisting clades of North
576 American salamanders. *Evolution* **63**: 1769–1784.
- 577 Kuzmin, S.L. (1995): The problem of food competition in amphibians. *Herpetological*
578 *Journal* **5**: 252-256.
- 579 Lajmanovich, R. (1995): Relaciones tróficas de bufónidos (Anura, Bufonidae) em
580 ambientes Del Rio Paraná, Argentina. *Alytes* **13**: 87-103.
- 581 Leary, C.J. (2001): Evidence of convergent character displacement in release
582 vocalization of *Bufo fowleri* and *Bufo terrestris* (Anura; Bufonidae). *Anim. Behav.* **61**:
583 431-438.
- 584 Lima, A.P. (1998): The effects of size on the diets os six sympatric species of
585 postmetamorphic litter anurans in Central Amazonia. *J. Herpetol.* **32**: 392-399.
- 586 Lima, A.P., Magnusson, W.E. (1998): Partitioning seasonal time: interactions among
587 size, foraging activity and diet in leaf-litter frogs. *Oecologia* **116**: 259-266.
- 588 Lima, A.P., Magnusson, W.E., Williams, D.G. (2000): Differences in diet among frogs
589 and lizards coexisting in subtropical forests of Australia. *J. Herpetol.* **34**: 40-46.
- 590 Lima, A.P., Moreira, G. (1993): Effects of prey size and foraging mode on the
591 ontogenetic change in feeding niche of *Colostethus stepheni* (Anura: Dendrobatidae).
592 *Oecologia* **95**: 93-102.

- 593 Lima, J.E.P., Rödder, D., Solé, M. (2010): Diet of two sympatric *Phyllomedusa* (Anura:
594 Hylidae) species from a cacao plantation in southern Bahia, Brazil. North-Western J.
595 Zool. **6**: 13-24.
- 596 Ma, X., Lu, X., Meril, J. (2009): Altitudinal decline of body size in a Tibetan frog. J.
597 Zool. **279**: 364–371
- 598 MacArthur, R.H., Levins, R. (1967): The limiting similarity, converge and divergence
599 of coexisting species. Am. Nat. **101**: 377-385.
- 600 Macale, D., Vignoli, L., Carpaneto, G.M. (2008): Food selection strategy during the
601 reproductive period in three syntopic hylid species from a subtropical wetland of north-
602 east Argentina. Herpetological Journal **18**: 49-58.
- 603 Maragno, F.P., Souza, F.L. (2011): Diet of *Rhinella scitula* (Anura, Bufonidae) in the
604 Cerrado, Brazil: the importance of seasons and body size. Revista Mexicana de
605 Biodiversidade **82**: 879-886.
- 606 Marangoni, F., Tejedo, M. (2008): Variation in body size and metamorphic traits of
607 Iberian spadefoot toads over a short geographic distance. J. Zool. **275**: 97–105.
- 608 Mazerolle, M.J. (2001): Amphibian activity, movement patterns, and body size in
609 fragmented peat bogs. J. Herpetol. **35**:13–20.
- 610 Menin, M., Rossa-Feres, D.C., Giaretta, A.A. (2006): Resource use and coexistence of
611 two syntopic hylid frogs (Anura, Hylidae). Rev. Bras. Zool. **22**: 61-72.
- 612 Metcalfe, N.B., Monaghan, P. (2001): Compensation for a bad star: grow now, pay
613 later? Trends in Ecology & Evolution **16**: 255–260.
- 614 Mittermeier, R.A., Gil, P.R., Hoffman, M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G.,
615 Lamoureux, J., Fonseca, G.A.B. (2005): Hotspots revisited: earth's biologically richest
616 and most endangered terrestrial ecoregions. Washington, Conservation International.

- 617 Moen, D.S., Wiens, J.J. (2008): Phylogenetic evidence for competitively driven
618 divergence body-size evolution in Caribbean treefrog (Hylidae: *Osteopilus*). *Evolution*
619 **63**: 195–214.
- 620 Morrison, C., Hero, J.M. (2003): Geographic variation in life-history characteristics of
621 amphibians: a review. *J. Anim. Ecol.* **72**: 270–279.
- 622 Muniz, K.P.R., Giaretta, A.A., Silva, W.R., Facure, K.G. (2008): Auto-ecologia de
623 *Hypsiboas albopunctatus* (Anura, Hylidae) em área de Cerrado no sudeste do Brasil.
624 *Iheringia, Sér. Zoologia* **98**: 254-259.
- 625 Neckel-Oliveira, S., Gascon, C. (2006): Abundance, body size and movement patterns
626 of a tropical treefrog in continuous and fragmented forests in the Brazilian Amazon.
627 *Biological Conservation* **128**: 308–315.
- 628 Ohlberger, J. (2013): Climate warming and ectotherm body size – from individual
629 physiology to community ecology. *Functional Ecology* **2013**: 1-11.
- 630 Olalla-Tárraga, M.A., Bini, L.M., Diniz-Filho J.A.F., Rodríguez, M.A. (2010): Cross-
631 species and assemblage-based approaches to Bergmann’s rule and the biogeography of
632 body size in *Plethodon* salamanders of eastern North America. *Ecography* **33**: 362–368.
- 633 Olalla-Tárraga, M.A., Diniz-Filho, J.A.F., Bastos, R.P., Rodríguez, M.A. (2009):
634 Geographic body size gradients in tropical regions: water deficit and anuran body size
635 in the Brazilian Cerrado. *Ecography* **32**: 581–590.
- 636 Olalla-Tárraga, M.A., Rodríguez, M.A. (2007): Energy and interspecific body size
637 patterns of amphibian faunas in Europe and North America: anurans follow Bergmann’s
638 rule, urodeles its converse. *Global Ecology and Biogeography* **16**: 606–617.
- 639 Pianka, E.R. (1966): Latitudinal gradients in species diversity: a review of the concepts.
640 *Am. Nat.* **100**: 33–46.

- 641 Pianka, E.R. (1973): The structure of lizard communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **4**: 53–
642 74.
- 643 Pianka, E.R. (1974): Niche overlap and diffuse competition. *Proc. Natl. Acad. Sci.*
644 U.S.A. **71**: 2141-2145.
- 645 Piatti, L., Souza, F.L. (2011): Diet and resource partitioning among anurans in irrigated
646 rice fields in Pantanal. *Braz. J. Biol.* **71**: 653-661.
- 647 Pinheiro, F., Diniz, I.R., Bandeira, M.P.S. (2002): Seasonal pattern of insect abundance
648 in the Brazilian. *Austral Ecology* **27**: 132-136.
- 649 Pombal Jr., J.P. (2007): Predation notes in an anuran amphibians assemblage from
650 southeastern Brazil. *Rev. Brasil. Zool.* **24**: 841-843.
- 651 Quiroga, M.F., Bonansea, M.I., Vaira, M. (2011): Population diet variation and
652 individual specialization in the poison toad, *Melanophryniscus rubriventris* (Vellard,
653 1947). *Amphibia-Reptilia* **32**: 261-265.
- 654 Ramírez-Bautista, A., Lemos-Espinal, J.A. (2004): Diets of two syntopic populations of
655 frogs, *Rana vaillanti* and *Rana brownorum*, from a tropical rain Forest in Southern
656 Veracruz, México. *The Southwestern Naturalist* **49**: 316-320.
- 657 Ricklefs, R.E., Trevis, J. (1980): A morphological approach to the study of avian
658 community organization. *Auk* **97**: 321-328.
- 659 Ries, L., Fletcher Jr., R.J., Battin, J., Sisk, T.D. (2004): Ecological responses to habitat
660 edges: mechanisms, models, and variability explained. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **35**: 491–
661 522.
- 662 Rosa, I., Canavera, A., Maneyro, R., Camargo, A. (2011): Trophic niche variation and
663 individual specialization in *Hypsiboas pulchellus* (Duméril and Bibron, 1841) (Anura,
664 Hylidae) from Uruguay. *South American Journal of Herpetology* **6**: 98-106.

- 665 Rosa, I., Canavero, A., Maneyro, R., Naya, D.E., Camargo, A. (2002): Diet of four
666 sympatric anuran species in a temperate environment. *Boletín de la Sociedad Zoológica*
667 *del Uruguay* **13**: 12-20.
- 668 Sabagh, L.T., Carvalho-e-Silva, A.M.P.T. (2008): Feeding overlap in two sympatric
669 species of *Rhinella* (Anura: Bufonidae) of the Atlantic Rain Forest. *Rev. Brasil. Zool.*
670 **25**: 247-253.
- 671 Sabagh, L.T., Ferreira, V.L., Rocha, C.F.D. (2010): Living together, sometimes feeding
672 in a similar way: the case of the syntopic hylid frogs *Hypsiboas raniceps* and *Scinax*
673 *acuminatus* (Anura: Hylidae) in the Pantanal of Miranda, Mato Grosso do Sul State,
674 Brazil. *Braz. J. Biol.* **70**: 955-959.
- 675 Sabagh, L.T., Mello, R.S., Rocha, C.F.D. (2012a): Food niche overlap between two
676 sympatric leaf-litter frog species from Central Amazonia. *Zoologia* **29**: 95-98.
- 677 Sabagh, L.T., Carvalho-e-Silva, A.M.P.T., Rocha, C.F.D. (2012b): Diet of the *Rhinella*
678 *icterica* (Anura: Bufonidae) from Atlantic Forest Highlands of southeastern Brazil. *Biota*
679 *Neotropica* **12**: 1-5.
- 680 Santana, A.S., Juncá, F.A. (2007): Diet of *Physalaemus* cf. *cicada* (Leptodactylidae)
681 and *Bufo granulatus* in a semideciduous Forest. *Braz. J. Biol.* **67**: 125-131.
- 682 Santos, E.M., Almeida, A.V., Vasconcelos, S.D. (2004): Feeding habits of six anuran
683 (Amphibia: Anura) species in a rainforest fragment in Northeastern Brazil. *Iheringia,*
684 *Sér. Zoologia* **94**: 433-438.
- 685 Saporito, R.A., Donnelly, M.A., Spande, T.F., Garraffo, H.M. (2012): A review of
686 chemical ecology in poison frogs. *Chemoecology* **22**: 159–168.
- 687 Scott, D.E. (1994): The effect of larval density on adult demographic traits in
688 *Ambystoma opacum*. *Ecology* **75**: 1383-1396.

- 689 Semlitsch, R.D., Gibbons, J.W. (1988): Fish predation in size-structured populations of
690 treefrog tadpoles. *Oecologia* **75**: 321-326.
- 691 Silva, F.R., Rossa-Feres, D.C. (2010a). Diet of anurans captured in forest remnants in
692 southeastern Brazil. *Rev. Esp. Herp.* **24**: 5-17.
- 693 Silva, F.R., Rossa-Feres, D.C. (2010b): Seasonal variation in body size of tropical
694 anuran amphibians. *Herpetology Notes* **3**: 205-209.
- 695 Silvano, D.L., Segalla, M.V. (2005): Conservação de anfíbios no Brasil.
696 *Megadiversidade* **1**: 79-86.
- 697 Solé, M., Pelz, B. (2007): Do male tree frogs feed during the breeding season? Stomach
698 flushing of five syntopic hyliid species in Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Natural*
699 *History* **41**: 2757-2763.
- 700 Strussmann, C., Vale, M.B.R., Meneghini, M.H., Magnusson, W.E. (1984): Diet and
701 foraging mode of *Bufo marinus* and *Leptodactylus ocellatus*. *J. Herpetol.* **18**: 138-146.
- 702 Sturaro, M.J., Silva, V.X. (2010): Natural history of the lizard *Enyalius perditus*
703 (Squamata: Leiosauridae) from an Atlantic forest remnant in southeastern Brazil.
704 *Journal of Natural History* **44**: 1225–1238.
- 705 Toft, C.A. (1980): Feeding ecology of thirteen syntopic species of anurans in a seasonal
706 tropical environment. *Oecologia* **45**: 131-141.
- 707 Toft, C.A. (1981): Feeding ecology of Panamanian litter anurans: Patterns in diet and
708 foraging mode. *J. Herpetol.* **15**: 139-144.
- 709 Toft, C.A. (1985): Resource partitioning in amphibians and reptiles. *Copeia* **1985**: 1-21.
- 710 Toft, C.A. (1995): Evolution of diet specialization in poison dart frogs (Dendrobatidae).
711 *Herpetologica* **5**: 202-216.

- 712 Toledo, L.F., Giovanelli, J.G.R., Giasson, L.O.M., Prado, C.P.A., Guimarães, L.D.,
713 Bastos, R.P., Haddad, C.F.B. (2007): Interactive guide to the anuran amphibians from
714 the Cerrado, Campo Rupestre & Pantanal (CD-ROM). São Paulo, Editora Neotropica.
- 715 Tsuji, H. (2004): Reproductive ecology and mating success of male *Limnonectes kuhlii*,
716 a fanged frog from Taiwan. *Herpetologica* **60**: 155-167.
- 717 Uetanabaro, M., Prado, C.P.A., Rodrigues, D.J., Gordo, M., Campos, Z. (2008): Field
718 guide to the anurans of the Pantanal and surrounding Cerrados. Campo Grande, Editora
719 UFMS. Cuiabá, Editora UFMT.
- 720 Urbina-Cardona, J. N., Olivares-Pérez, M., Reynoso, V.H. (2006): Herpetofauna
721 diversity and microenvironment correlates across a pasture-edge-interior ecotone in
722 tropical rainforest fragments in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve of Veracruz,
723 Mexico. *Biological Conservation* **132**: 61-75.
- 724 Van Sluys, M., Rocha, C.F.D. (1998): Feeding habits and microhabitat utilization by
725 two syntopic Brazilian Amazonian Frogs (*Hyla minuta* and *Pseudopaludicola* sp. (gr.
726 *falcipes*). *Braz. J. Biol.* **58**: 559-562.
- 727 Vaz-Silva, W., Frota, J.G., Prates-Jr., P.H., Silva, J.S.B. (2005): Dieta de *Lysapsus*
728 *laevis* Parker, 1935 (Anura: Hylidae) do Médio Rio Tapajós, Pará, Brasil. *Iheringia, Sér.*
729 *Zoologia* **18**: 3-12.
- 730 Vignolli, L., Luiselli, L. (2012): Dietary relationships among coexisting anuran
731 amphibian: a worldwide quantitative review. *Oecologia* **169**: 499-509.
- 732 Watling, J.I., Gerow, K., Donnelly, M.A. (2009): Nested species subsets of amphibians
733 and reptiles on Neotropical forest islands. *Animal Conservation* **12**: 467-476.

- 734 Weygoldt, P. (1989): Changes in the composition of mountain stream frog communities
 735 in the Atlantic Mountains of Brazil: frogs as indicators of environmental deteriorations?
 736 Studies on Neotropical Fauna and Environment **24**: 249-255.
- 737 Wilbur, H.M., Rubenstein, D.I., Fairchild, L. (1978): Sexual Selection in Toads : The
 738 Roles of Female Choice and Male Body Size. Evolution **32**: 264–270.
- 739 Wogel, H., Pombal Jr., J.P. (2007): Comportamento reprodutivo e seleção sexual em
 740 *Dendropsophus bipunctatus* (Spix, 1824) (Anura, Hylidae). Pap. Avulsos Zool. **47**: 165-
 741 174.
- 742 Zimmerman, B.L., Simberloff, D. (1996): An historical interpretation of habitat use by
 743 frogs in a Central Amazonian forest. Journal of Biogeography **23**: 27-46.

744
 745 **Tables**

746 **Table 1.** Number (N), total volume in mm³ (V), frequency of occurrence (F) and
 747 importance value index (I_x) of each prey category in males of three species of
 748 *Hypsiboas* within the Parque Estadual Serra da Boa Esperança, southeastern Brazil.

Prey category	<i>Hypsiboas faber</i> (n=3)				<i>Hypsiboas lundii</i> (n=3)				<i>Hypsiboas albopunctatus</i> (n=6)			
	N(%))	V(%)	F(%)	I _x	N(%))	V(%)	F(%)	I _x	N(%))	V(%)	F(%)	I _x
Coleoptera	4(67)	1785.77(78)	3(100)	0.8	2(67)	102.72(15)	2(67)	0.	6(67)	302.2(62)	4(67)	0.6
)))	2)))	5)))	5
Homoptera	1(17)	143.94(6)	1(33)	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
)))	9))))))))
Orthoptera	1(17)	360.30(16)	1(33)	0.2	-	-	-	-	1(11)	1.63(0)	1(17)	0.0
)))	2)))))))	9
Blattariae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidopter	-	-	-	-	1(33)	573.95(85)	1(33)	0.	-	-	-	-
a)))))))	5))))
Hemiptera	-	-	-	-	-	-	-	-	1(11)	148.86(3)	1(17)	0.1
)))))))))))	9

Araneae	-	-	-	-	-	-	-	-	1(11)	37.66(8)	1(17)	0.12
Crustacea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
Total	6	2290.01	3		3	676.67	3		9	490.35	6	

750

751

752 **Table 2.** Number (N), total volume in mm³ (V), frequency of occurrence (F) and
 753 importance value index (I_x) of each prey category in males of three species of
 754 *Hypsiboas* outside the Parque Estadual Serra da Boa Esperança, southeastern Brazil.

Prey category	<i>Hypsiboas faber</i> (n=4)				<i>Hypsiboas lundii</i> (n=3)				<i>Hypsiboas albopunctatus</i> (n=3)			
	N(%)	V(%)	F(%)	I _x	N(%)	V(%)	F(%)	I _x	N(%)	V(%)	F(%)	I _x
Coleoptera	6(75)	1062.57(33)	3(75)	0.61	5(71)	235.13(49)	3(100)	0.73	2(50)	595.47(62)	1(33)	0.48
Homoptera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Orthoptera	-	-	-	-	1(14)	0.1(0)	1(33)	0.16	-	-	-	-
Blattariae	2(25)	2188.39(67)	2(50)	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-
Lepidoptera	-	-	-	-	1(14)	246.93(51)	1(33)	0.33	-	-	-	-
Hemiptera	-	-	-	-	-	-	-	-	1(25)	137.92(14)	1(33)	0.24
Araneae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	-	-	-	-	-	-	-	-	1(25)	223.84(23)	1(33)	0.27
Total	8	3250.96	4		7	482.16	3		4	957.23	3	

755

756

757 **Table 3.** Comparisons within versus outside the Parque Estadual Serra da Boa
 758 Esperança by *t*-test for biomass (**B**) and snout-vent length (SVL) in three species of
 759 *Hypsiboas*. M=males, F=females, df=degrees of freedom, *t*=*t* value, *P*=probability.
 760 Significant values for $\alpha=0.05$ are in bold.

Species	Sex	n within	n outside	Biometry	df	<i>t</i>	<i>P</i>
<i>H. albopunctatus</i>	M	19	17	B	34	-0.611	0.545
		19	17	SVL	34	-0.590	0.559
<i>H. faber</i>	M	6	11	B	15	3.403	0.004
		6	11	SVL	15	2.165	0.047
<i>H. lundii</i>	M	7	16	B	21	2.029	0.055
		7	16	SVL	21	0.866	0.396
<i>H. lundii</i>	F	7	10	B	15	4.715	<0.005
		7	10	SVL	15	3.115	0.007

761

762

763 **Table 4.** Comparison of biomass (B) and snout-vent length (SVL) by Kruskal-Wallis
 764 and Dunn tests among males of three species of *Hypsiboas* from two environments
 765 sampled (within and outside) the Parque Estadual Serra da Boa Esperança, southeastern
 766 Brazil. df=degrees of freedom, H =Kruskal-Wallis value, P_H =Kruskal-Wallis
 767 probability, $alb=H. albopunctatus$, $fab=H. faber$, $lun=H. lundii$, P_D =Dunn probability,
 768 ns=non-significant values for $\alpha=0.05$. Significant values for $\alpha=0.05$ are in bold.

Biometry	Environment	df	H	P_H	Species compared	P_D
B	within	2	24.04	<0.0001	<i>albXfab</i>	<0.05
					<i>albXlun</i>	<0.05
					<i>fabXlun</i>	ns
	outside	2	37.87	<0.0001	<i>albXfab</i>	<0.05
					<i>albXlun</i>	<0.05
					<i>fabXlun</i>	<0.05
SVL	within	2	24.01	<0.0001	<i>albXfab</i>	<0.05
					<i>albXlun</i>	<0.05
					<i>fabXlun</i>	ns
	outside	2	37.21	<0.0001	<i>albXfab</i>	<0.05
					<i>albXlun</i>	<0.05
					<i>fabXlun</i>	<0.05

769

770

771 **Figure legends**

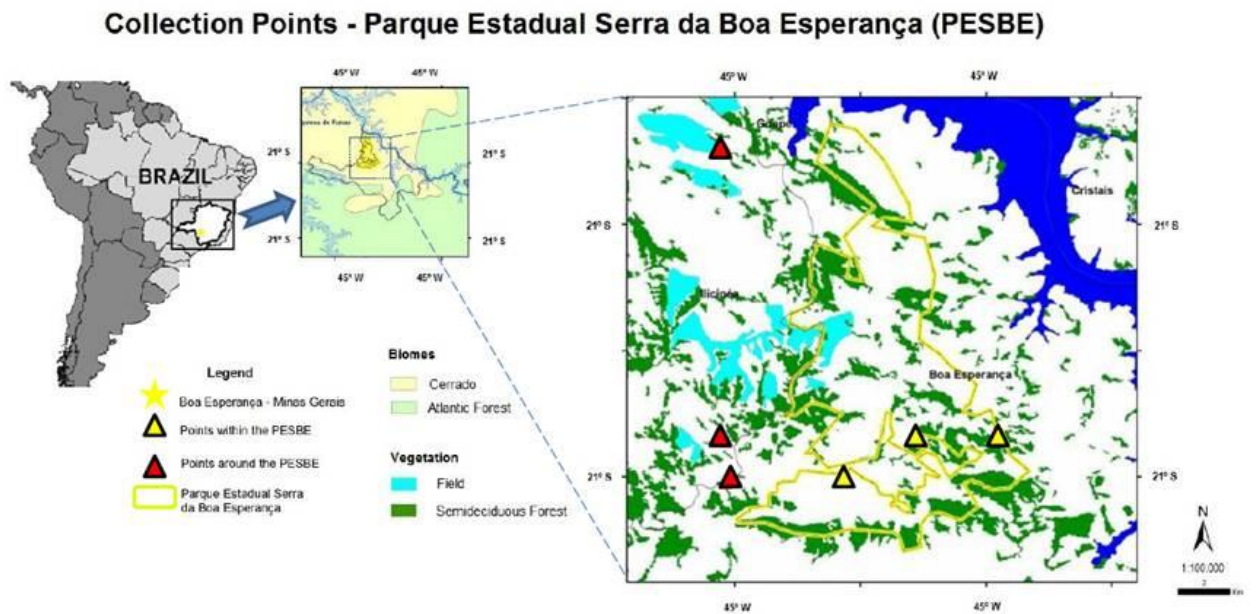
772 **Figure 1.** Study area.

773 **Figure 2.** Box-plot graphs of total volume of preys in males of three species of
774 *Hypsiboas* within (IN) and outside (OUT) the Parque Estadual Serra da Boa Esperança,
775 southeastern Brazil. Box=mean±desviations (SD), whiskers=maximum and minimum
776 values.

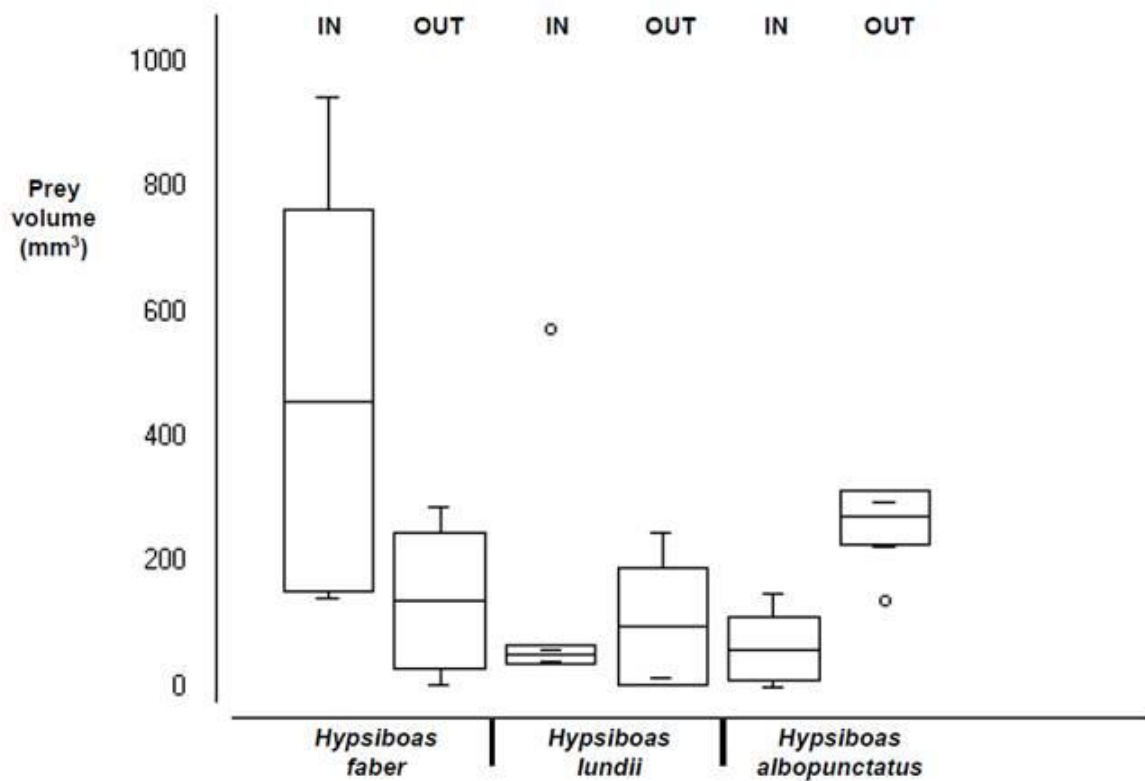
777 **Figure 3.** Box-plot graph of biomass in males of *Hypsiboas faber* and females of
778 *Hypsiboas lundii* within (IN) and outside (OUT) the Parque Estadual Serra da Boa
779 Esperança, southeastern Brazil. Box=mean±desviations (SD), whiskers=maximum and
780 minimum values.

781 **Figure 4.** Box-plot graph of snout-vent length (SVL) in males of *Hypsiboas faber* and
782 females of *Hypsiboas lundii* within (IN) and outside (OUT) the Parque Estadual Serra
783 da Boa Esperança, southeastern Brazil. Box=mean±desviations (SD),
784 whiskers=maximum and minimum values.

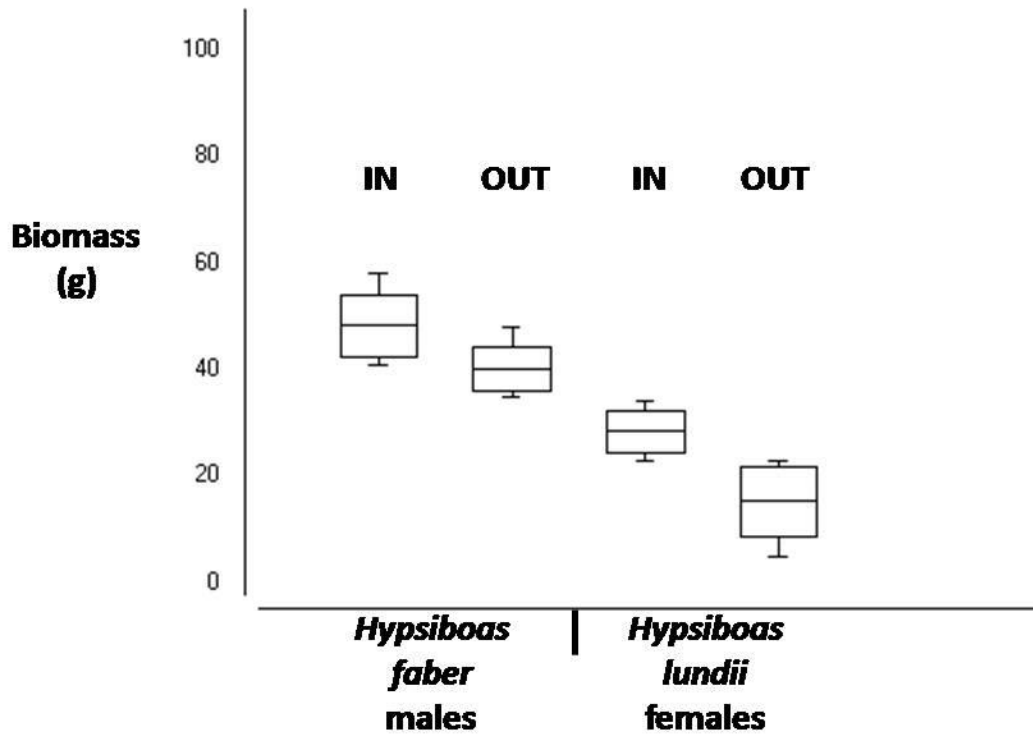
785



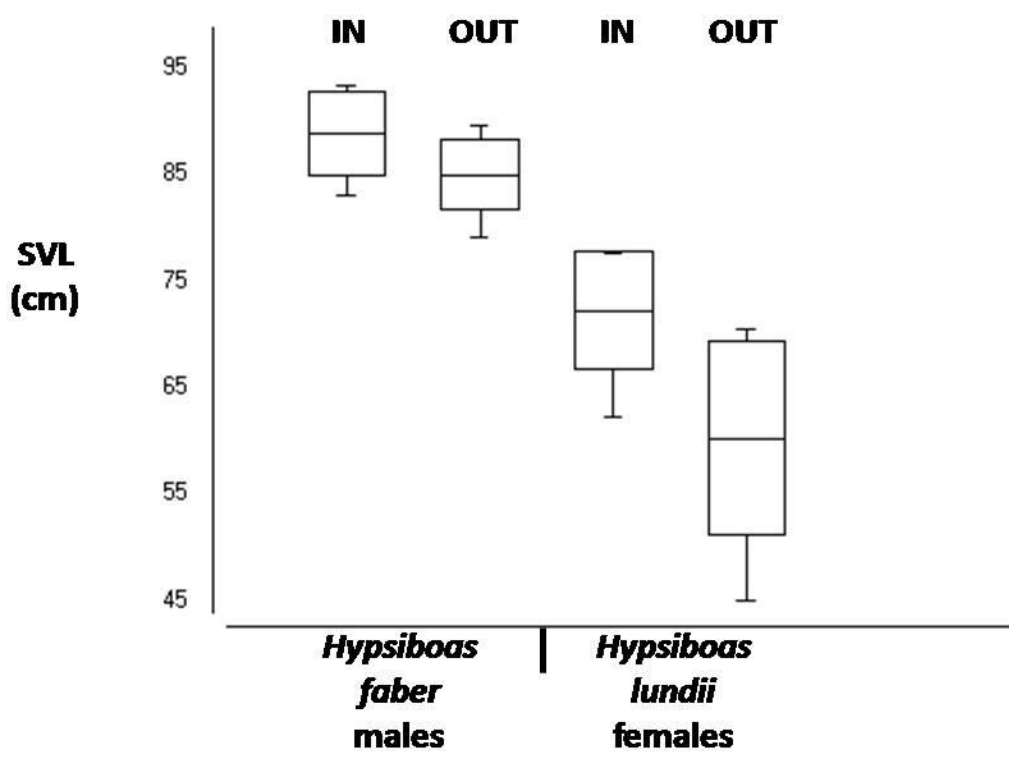
786
787 **Figure 1**
788
789



790
791 **Figure 2**
792



793
794 **Figure 3**
795



796
797 **Figure 4**
798