

Vítor de Carvalho Rocha

Varição interindividual na dieta e padrão no uso de recursos alimentares em três espécies de anfíbios anuros da Mata Atlântica

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do Grau de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Benedito Cortês Lopes
Coorientador: Prof. Dr. Selvino Neckel de Oliveira

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

de Carvalho Rocha, Vítor

Variação interindividual na dieta e padrão no uso de recursos alimentares em três espécies de anfíbios anuros da Mata Atlântica / Vítor de Carvalho Rocha ; orientador, Prof. Dr. Benedito Cortês Lopes ; coorientador, Prof. Dr. Selvino Neckel de Oliveira. - Florianópolis, SC, 2016. 75 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós Graduação em Ecologia.

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Especialização Individual. 3. Sobreposição de Nicho. 4. Anuros. 5. Teoria de redes. I. Cortês Lopes, Prof. Dr. Benedito. II. Neckel de Oliveira, Prof. Dr. Selvino . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. IV. Título.

"Variação interindividual na dieta e padrão no uso de recursos alimentares em três espécies de anfíbios anuros da Mata Atlântica"

Por

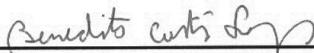
Vitor de Carvalho Rocha

Dissertação julgada e aprovada em sua forma final pelos membros titulares da Banca Examinadora (01/PPGECO/2016) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia - UFSC.



Prof(a). Dr(a). Nivaldo Peroni
Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia

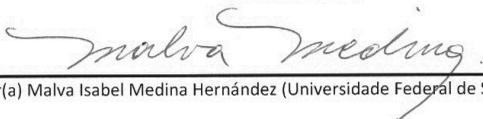
Banca examinadora:



Dr(a) Benedito Cortês Lopes (Universidade Federal de Santa Catarina)
Orientador(a)



Dr(a) Márcio Silva Araújo (Universidade Estadual Paulista - Rio Claro -
videoconferência)



Dr(a) Malva Isabel Medina Hernández (Universidade Federal de Santa Catarina)



Dr(a) Eduardo Luis Hettwer Giehl (Universidade Federal de Santa Catarina)

Florianópolis, 15 de fevereiro de 2016.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família, principalmente aos meus pais, por todo o apoio e incentivo que sempre têm me dado. Sou imensamente grato a tudo que fizeram e fazem para me propiciar uma boa formação profissional e pessoal. Agradeço também à minha companheira Silvia, por estar sempre comigo e me incentivando, tanto nos momentos mais tranquilos quanto nas situações de aperto. Obrigado pelo amor, carinho e compreensão que sempre tem me dado.

Não poderia deixar de agradecer a todos que me ajudaram com o trabalho de campo. André, Angri, Juliana, Matheus e as outras almas caridosas que eu tenha esquecido de citar, muito obrigado por colocarem a mão na massa e me ajudarem nas coletas. Aproveito aqui para agradecer também os professores Benê e Pinho, pois sem a ajuda de vocês, minha triagem não iria muito além de “planta, inseto, inseto, aranha, planta, inseto”.

Agradeço ao Michel Omena, representante do Parque Nacional de São Joaquim, por autorizar o desenvolvimento do meu trabalho na área do parque, bem como pelo apoio na logística local do campo. Meus agradecimentos também para o PPBio Mata Atlântica núcleo Santa Catarina que contribuiu com a maior parte do apoio logístico de deslocamento e desenvolvimento dos trabalhos de campo. Obrigado também à CAPES pela bolsa de Mestrado.

Aos integrantes do nosso Laboratório de Ecologia de Anfíbios e Répteis, obrigado pelo convívio, brincadeiras e momentos de discussão que contribuíram com o meu crescimento. Assim como sou grato à galera do corredor mais agitado do ECZ, principalmente à Karla, Bar, Cecília e o Cristian, seja pelas idas ao RU, à descontração, bem pelos cafés e quitutes na hora do “recreio”, ou para fugir de algum trabalho chato que precisava ser feito! Fico muito agradecido também pela parceria, discussões e contribuições muito pertinentes para meu trabalho, do eterno monitor Raul. Valeu brow!!

Agradeço ao chefe Selva, que apesar de ter saído para fazer seu pós-doc no primeiro mundo, abandonando seu pobre orientado, não esqueceu dele!! Valeu Selva pelo apoio, incentivo e pelas revisões. Vou cobrar o presente quando você voltar!!

Aos demais que não foram citados, mas que também fizeram parte dessa minha caminhada, meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

De acordo com a Hipótese de Variação de Nicho (HVN) proposta por Van Valen (1965), a expansão do nicho de uma população ocorre via aumento das diferenças na utilização dos recursos pelos indivíduos. Estudos com diferentes táxons têm sugerido que populações com nichos amplos, ditas como generalistas, são geralmente compostas por indivíduos que utilizam apenas um subconjunto dos recursos utilizados pela população como um todo (especialização individual). Embora a especialização individual tenha sido reportada nos mais diversos táxons, poucos trabalhos têm descrito o padrão no uso dos recursos entre os indivíduos de uma mesma população. No presente estudo, nós medimos a variação interindividual na dieta de três espécies de anuros simpátricos de uma área de Mata Atlântica subtropical brasileira (*Hypsiboas leptolineatus*, *Pseudis cardosoi* e *Scinax granulatus*), com a finalidade de testar a presença de especialização individual em suas dietas. Adicionalmente testamos se a variação morfológica entre os indivíduos de uma mesma população seria o mecanismo causal da diferenciação em suas dietas. Além disso, aplicamos métodos baseados na teoria de redes para identificar o padrão no uso dos recursos pelos indivíduos de cada espécie. Encontramos valores estatisticamente significativos de especialização individual na dieta para as populações das três espécies focais. Entretanto, não encontramos relação entre a especialização individual e a variação morfológica dos indivíduos, indicando não ser consequência de *trade-offs* funcionais associados à morfologia dos indivíduos. As redes de indivíduos-recursos de *H. leptolineatus* e *S. granulatus* apresentaram padrão aninhado, conforme previsto pelo modelo de preferências compartilhadas. Esse resultado indica a presença de indivíduos com dietas mais diversas que outros, sendo que a dieta dos mais especialistas corresponde a subconjuntos daqueles com dietas generalistas. Já a rede de *P. cardosoi* não apresentou padrão distinto, divergindo dos modelos previstos baseados na Teoria de Forrageamento Ótimo. Nossos resultados indicam que embora o padrão de aninhamento ou modularidade sejam comuns em redes de indivíduos-recursos, eles não são unânimes, de forma a ser possível encontrar também padrões aleatórios.

Palavras-chave: aninhamento, especialização individual, sobreposição de nicho, teoria de redes, teoria do forrageio ótimo

ABSTRACT

According to Van Valen's (1965) Niche Variation Hypothesis (NVH), population niche expansion arises by increased between-individual resource use differences. Studies with disparate taxa have been suggesting that broad niche populations, named generalists, are composed by individuals that only use a subset of the resources used by the whole population (individual specialization). Although presence of individual specialization has been reported in several taxa, few studies have been described individual resource use patterns within population. In the present study, we measured interindividual diet variation in three sympatric anuran species from a Brazilian subtropical Atlantic rain forest area (*Hypsiboas leptolineatus*, *Pseudis cardosoi* and *Scinax granulatus*), to test the presence of individual specialization in their diets. Additionally, we tested if between-individual diet variation was caused by among-individual morphological variation. Furthermore, we applied methods based on network theory to identify individual resource-use patterns in each species. We found significant values of individual specialization in diet of the three focal species. However, we did not find any correlation between individuals' diets and morphology, indicating that diet variation was not a consequence of morphological trade-offs. *Hypsiboas leptolineatus* and *S. granulatus* individual-resources network showed a nested pattern, predicted by the shared preferences model. This result indicates presence of individuals with more diverse diets than others, and the diets of the more specialists individuals are a predictable subset of the diet of those more generalists ones. However, *P. cardosoi* individual-resources network do not show any distinct pattern, diverging from predicted by optimal diet theory based models. Although nested or modular pattern are commonly found in individuals-resources networks, our results indicate that they are not ubiquitous and it is possible to find random patterns too.

Keywords: individual specialization, nestedness, network theory, niche overlap, optimum diet theory

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Adaptado de Vianna et al., 2015. 21
- Figura 2. Indivíduos de *Hypsiboas leptolineatus* (A), *Pseudis cardosoi* (B) e *Scinax granulatus* (C) capturados em uma lagoa permanente no Parque Nacional de São Joaquim, Urubici-SC, Sul do Brasil. 22
- Figura 3. Exemplificação do procedimento de lavagem gástrica realizada em um indivíduo para obtenção de seu conteúdo estomacal. Adaptado de Solé et al., 2005. 23
- Figura 4. Exemplo de aplicação do implante alfanumérico em um indivíduo de *Hypsiboas leptolineatus*. A-B: seqüência de aplicação; C: detalhe do implante inserido. 24
- Figura 5. Número de indivíduos de *Hypsiboas leptolineatus*, *Pseudis cardosoi* e *Scinax granulatus* capturados por campanha em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Valores considerando recapturas de um mesmo indivíduo em campanhas diferentes, e excluindo recapturas em uma mesma campanha. 29
- Figura 6. Representação gráfica na forma de matriz e de rede da interação qualitativa entre indivíduos e recursos consumidos de *Hypsiboas leptolineatus* (a), *Pseudis cardosoi* (b) e *Scinax granulatus* (c) capturados em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Nas matrizes, as linhas representam os indivíduos e as colunas as categorias de itens; células pretas indicam a utilização de um dado recurso por um indivíduo. Nas redes, os círculos claros representam os indivíduos, enquanto que diamantes escuros representam as categorias de itens; ligações representam o consumo de uma categoria de item (diamante) por um indivíduo (círculo). 35

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Categorias e número (proporção) de itens pós-agrupamento dos táxons que compuseram a dieta de *Hypsiboas leptolineatus* (n = 27), *Pseudis cardosoi* (n = 83) e *Scinax granulatus* (n = 53), em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. AQ: aquático; NI: não identificado; SE: semente; TE: terrestre. 30
- Tabela 2. Resultados do Teste de Mantel (r de Mantel e valor de p) de correlação entre a sobreposição de dieta (PS) e os scores obtidos pela PCA (PC1-PC4) das variáveis medidas (CRC: comprimento rostro-cloacal; CC: comprimento da cabeça; CM: comprimento da mandíbula; LB: largura da boca) dos indivíduos de *Hypsiboas leptolineatus* (n = 20), *Pseudis cardosoi* (n = 65) e *Scinax granulatus* (n = 14) capturados em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Valores de p obtidos por 10.000 permutações..... 33
- Tabela 3. Índices de aninhamento (*NODF* e *WNODF*) e modularidade (C_{ws}) calculados para as redes de indivíduos-recursos de *Hypsiboas leptolineatus* (n = 20), *Pseudis cardosoi* (n = 65) e *Scinax granulatus* (n = 14) capturados em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Valores de p obtidos através de 10.000 simulações tipo bootstrap. *Valores significativos com $p < 0,05$ 34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. MATERIAL E MÉTODOS	21
2.1. ÁREA DE ESTUDO	21
2.2. COLETA DE DADOS	22
2.3. ANÁLISE DE DADOS	24
3. RESULTADOS	29
3.1. VARIAÇÃO INTERINDIVIDUAL.....	32
4. DISCUSSÃO	39
4.1. ASPECTOS GERAIS DA DIETA DAS ESPÉCIES	39
4.2. PADRÕES DE VARIAÇÃO INTERINDIVIDUAL	40
5. CONCLUSÃO	45
6. REFERÊNCIAS	47
7. APÊNDICES	55
Apêndice 1. Táxons que compuseram a dieta de <i>Hypsiboas leptolineatus</i> (n = 27), <i>Pseudis cardosoi</i> (n = 48) e <i>Scinax granulatus</i> (n = 53) em uma área de floresta com Araucárias do Parque Nacional de São Joaquim, Urubici-SC, representados pelo número de itens consumidos e suas proporções (entre parênteses) para cada espécie. AD: adulto; IM: imago; LV: larva; NI: não identificado; NF: ninfa; OP: operária; PP: pupa; RP: reprodutivo.	55
Apêndice 2. Script utilizado no programa R para a realização das análises deste trabalho.....	59
Apêndice 3. Histórico de captura dos indivíduos de <i>Hypsiboas leptolineatus</i> (HL), <i>Pseudis cardosoi</i> (PC) e <i>Scinax granulatus</i> (SG) ao longo de cada campanha (C1 – C7) realizadas no Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. X: indicativo de quando um indivíduo foi capturado; V: capturado com estômago vazio.....	67
Apêndice 4. Análise de Componentes Principais das variáveis morfológicas medidas dos indivíduos de <i>Hypsiboas leptolineatus</i> (a), <i>Pseudis cardosoi</i> (b) e <i>Scinax granulatus</i> (c). CB: comprimento da boca; CC: comprimento da cabeça; CM: comprimento da mandíbula; CRC: comprimento rostro-cloacal.	73

1. INTRODUÇÃO

Indivíduos de uma mesma população podem diferir quanto ao uso dos recursos (VAN VALEN, 1965; WEST, 1988; ESTES et al., 2003). Essa variação interindividual pode estar associada a diferenças fenotípicas entre os sexos, faixa etária e morfotipos distintos (POLIS, 1984; SCHOENER, 1986; SMITH; SKÚLASON, 1996). De modo independente a essas diferenças fenotípicas, os indivíduos podem utilizar apenas subconjuntos dos recursos utilizados por toda a população. Tal variação interindividual não relacionada ao sexo, idade e morfotipos discretos é denominada como Especialização Individual (**EI**; BOLNICK et al., 2003). Nesse trabalho utilizaremos o termo “indivíduo especialista” sensu Bolnick et al. (2003), o qual é atribuído ao indivíduo que utiliza apenas um subconjunto dos recursos utilizados por toda a população. A Hipótese de Variação de Nicho (**HVN**), proposta por Van Valen (1965), diz que o aumento na largura de nicho de uma população ocorre pelo aumento da variação na utilização dos recursos entre os indivíduos, levando à diminuição da sobreposição de seus nichos. Cada vez mais estudos têm corroborado a HVN, mostrando que populações generalistas são formadas por indivíduos especialistas (BOLNICK et al., 2007; ARAÚJO et al., 2009; SNOWBERG et al., 2015).

A ocorrência de EI em populações naturais tem sido considerada importante por ter implicações ecológicas e evolutivas tanto no nível de população quanto de comunidades (HUGHES et al., 2008; BOLNICK et al., 2011). A variação interindividual no uso dos recursos pode, por exemplo, alterar a estabilidade, abundância e risco de extinção das populações, influenciar na probabilidade de coexistência de espécies (BOLNICK et al., 2011; DALL et al., 2012; ARAÚJO; COSTA-PEREIRA, 2013), e é fundamental em processos de adaptação e especiação (DOEBELI et al., 2007; AGASHE; BOLNICK, 2010).

A Teoria do Forrageamento Ótimo (**TFO**) pode ser utilizada como arcabouço para entendermos o que leva os indivíduos de uma mesma população a apresentarem dietas diferenciadas (BOLNICK et al., 2003). De acordo com a TFO, um indivíduo consome uma determinada presa de acordo com seu custo-benefício, este atribuído à razão entre seu aporte energético e tempo de manipulação (SCHOENER, 1971). Dessa forma, indivíduos de uma mesma população podem diferir quanto à eficiência de manipulação e captura de presas, levando-os a diferirem em suas dietas, configurando presença de EI (SVANBÄCK; BOLNICK, 2005; TINKER et al., 2008). Essas diferenças surgem em função da presença de *trade-offs* funcionais nos atributos dos indivíduos (BOLNICK et al., 2003).

Consideramos como *trade-off* o resultado de um indivíduo ser mais eficiente na captura e manipulação de determinada presa, necessariamente implicando em ser menos eficiente em capturar outro tipo de presa (BOLNICK et al., 2003).

Os *trade-offs* fazem com que os indivíduos sejam impedidos de utilizar todos os recursos disponíveis (BOLNICK et al., 2003), e sua ocorrência pode ter base morfológica ou biomecânica (SNOWBERG et al., 2015), cognitiva (SANZ-AGUILAR et al., 2015) e/ou fisiológica (AFIK; KARASOV, 1995). Por exemplo, peixes da espécie *Perca fluviatilis* (Percidae) em um lago na Suécia apresentam variação morfológica contínua e os indivíduos que apresentam em média o corpo mais alongado, capturaram mais presas da zona pelágica do que aqueles de corpo lateralmente achatado, sendo estes mais eficientes na captura de presas da zona litoral (SVANBÄCK; EKLÖV, 2003).

Fatores extrínsecos às variações entre os indivíduos também podem contribuir para o surgimento da EI (ARAÚJO et al., 2011). Por exemplo, um estudo realizado com uma população do marsupial *Gracilinanus microtarsus* (Didelphidae) no Cerrado brasileiro demonstrou que o aumento na diversidade de recursos durante o período de chuvas foi responsável pelo aumento da diferenciação da dieta entre os indivíduos (MARTINS et al., 2008). Já populações de lontras marinhas *Enhydra lutris* (Mustelidae) do nordeste do Pacífico com alta densidade de indivíduos (maior competição intraespecífica), também apresentaram valores mais elevados de EI (NEWSOME et al., 2015). Por outro lado, a presença de predadores no ambiente diminui a densidade de suas presas, podendo também restringir a área de forrageio das mesmas, diminuindo as oportunidades ecológicas e como consequência reduzindo o grau de EI dessas populações (ARAÚJO et al., 2014).

Embora a EI tenha sido identificada nos mais diversos táxons (BOLNICK et al., 2003; ARAÚJO et al., 2011), poucos trabalhos têm descrito o padrão no uso dos recursos entre os indivíduos de uma mesma população (e.g. ARAÚJO et al., 2010; PIRES et al., 2011; POLIDORI et al., 2012). Araújo et al. (2008) propuseram uma abordagem baseada na teoria de redes complexas para identificar as relações entre os indivíduos e entre indivíduos e seus recursos utilizados. Com isso, a partir da análise da topologia das redes (medidas de densidade média de conexões, aninhamento e modularidade) é possível verificar o grau de relação entre os indivíduos e entre indivíduos e seus recursos. Por exemplo, a presença de padrão aninhado na dieta de uma população do gambá *Didelphis albiventris* (Didelphidae) indicou que a dieta dos indivíduos especialistas

corresponde a um subconjunto da dos generalistas (CANTOR et al., 2013).

Anuros podem servir como bons modelos para o estudo de EI, uma vez que a maioria das espécies é tida como predadoras generalistas (SOLÉ; RÖDDER, 2010; BRITO et al., 2012). Só recentemente que a existência de EI na dieta de anuros foi investigada (ARAÚJO et al., 2007; 2009; DA ROSA et al., 2011; SCHRIEVER; WILLIAMS 2013), sendo que as espécies estudadas correspondem a menos de 1% de toda a diversidade do grupo (FROST et al., 2015). A ausência de mais estudos abordando a EI em anuros dificulta a compreensão desse fenômeno no grupo, impossibilitando a identificação de padrões de ocorrência.

Hypsiboas leptolineatus (Braun e Brau, 1977), *Pseudis cardosoi* Kwet, 2000 e *Scinax granulatus* (Peters, 1871) são espécies de anuros da família Hylidae que ocorrem na Mata Atlântica do Sul do Brasil (KWET et al., 2010). Estudos prévios de dieta dessas três espécies, baseados em dados da população apontam-nas como predadoras generalistas, sem levar em consideração a possível variação de dieta entre seus indivíduos (MIRANDA et al., 2006; SOLÉ; PELZ, 2007; BARBOSA et al., 2014). Dessa forma, nosso trabalho investiga a variação interindividual na dieta de populações de *H. leptolineatus*, *P. cardosoi* e *S. granulatus*. Como os mecanismos de *trade-off* relacionados aos atributos dos indivíduos podem limitá-los a terem a mesma dieta, nós testamos a hipótese de que as populações dessas três espécies denominadas generalistas (MIRANDA et al., 2006; SOLÉ; PELZ, 2007; BARBOSA et al., 2014) são formadas por indivíduos especialistas. Especificamente para cada espécie, nos perguntamos se há presença de EI. Caso presente, testamos se a EI estaria associada à variação morfológica dos indivíduos. Adicionalmente, nos perguntamos qual o padrão de compartilhamento dos itens alimentares entre os indivíduos em cada população.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado em uma lagoa permanente situada na região noroeste do Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ), Santa Catarina, região sul do Brasil (Figura 1). A lagoa está localizada a uma altitude de 1300 m em relação ao nível do mar e possui aproximadamente 300 m² de área e 1,5 m de profundidade. A vegetação de entorno da lagoa é composta por gramíneas e plantas herbáceas, emersas em uma floresta com Araucárias. O clima da região é do tipo subtropical úmido sem estação seca definida (Cfb), e temperatura anual média de 15°C (ÁLVARES et al., 2014). A região apresenta um regime sazonal, com uma estação fria e outra quente bem marcadas. Na estação fria (entre abril e agosto) as temperaturas mínimas ficam abaixo dos 10°C, não raro o registro de temperaturas negativas, enquanto que na estação quente (entre setembro e março) as temperaturas mínimas ficam acima dos 14°C (PANDOLFO et al., 2002).

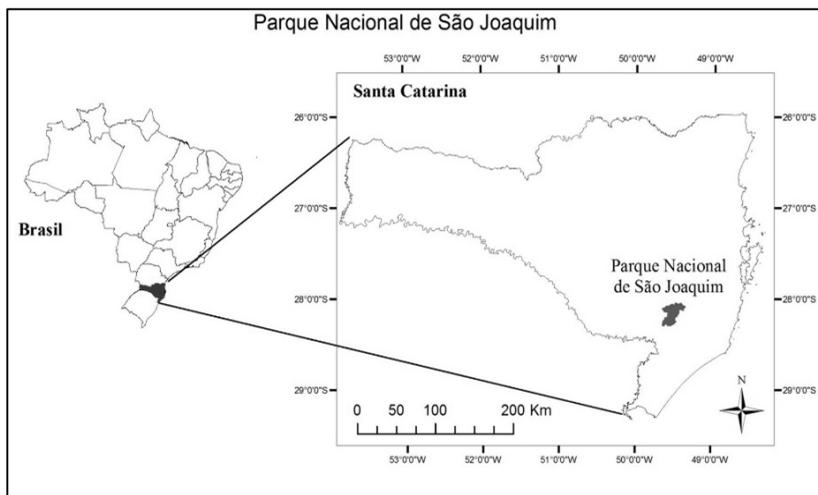


Figura 1. Localização do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Adaptado de Vianna et al., 2015.

2.2. COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada mensalmente de setembro de 2014 a março de 2015. Durante três noites consecutivas em cada mês duas pessoas procuravam, com o auxílio de uma lanterna, indivíduos das três espécies focais deste estudo (*Hypsiboas leptolineatus*, *Pseudis cardosoi* e *Scinax granulatus*; Figura 2). As buscas tiveram duração de duas horas e foram iniciadas cerca de uma hora após o ocaso, de forma que o esforço amostral total correspondeu a 84 horas-homem. Procuraram-se por indivíduos que estivessem sobre a água, sobre e sob a vegetação terrestre ou aquática, rochas e troncos dentro e fora da lagoa, até uma distância de 10 m de suas margens. Os indivíduos localizados foram capturados, identificados e sexados. De cada indivíduo foi medido, com um paquímetro de precisão de 0,01 mm, seu comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da mandíbula (CM), comprimento da cabeça (CB) e largura da boca (LB).



Figura 2. Indivíduos de *Hypsiboas leptolineatus* (A), *Pseudis cardosoi* (B) e *Scinax granulatus* (C) capturados em uma lagoa permanente no Parque Nacional de São Joaquim, Urubici-SC, Sul do Brasil.

Para cada indivíduo capturado foi feita a coleta de seu conteúdo estomacal, através da técnica não letal de lavagem gástrica (SOLÉ et al., 2005). Essa técnica consiste em inserir um tubo pela boca do indivíduo, fazendo-o chegar até a porção final do estômago e injetar água. A água então faz com que o material contido no estômago seja evertido (Figura 3). O conteúdo estomacal foi coletado até três horas após a captura dos indivíduos a fim de evitar a digestão dos itens consumidos, e preservado em tubo Falcon com álcool 70%. Os indivíduos foram marcados com implantes alfanuméricos subcutâneos visíveis (Northwest Marine Technology, Shaw Island, USA) na região posterior da perna, antes de devolvê-los ao seu respectivo ambiente (Figura 4). A marcação possibilitou identificar recapturas de um mesmo indivíduo, de forma que foi possível observar a alimentação desses indivíduos ao longo do tempo.

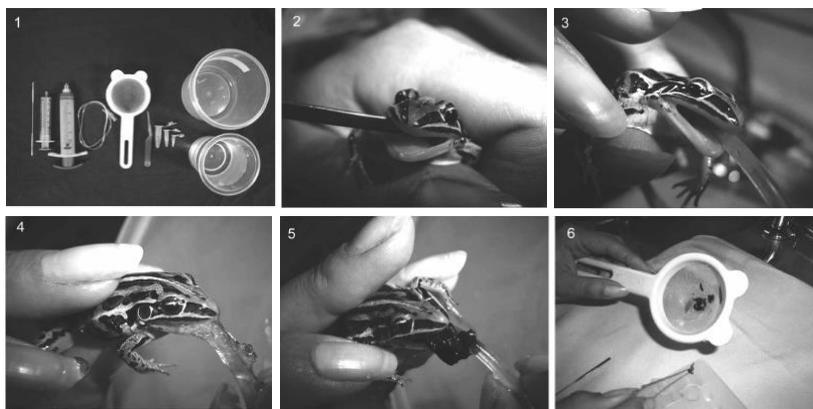


Figura 3. Exemplificação do procedimento de lavagem gástrica realizada em um indivíduo para obtenção de seu conteúdo estomacal. Adaptado de Solé et al., 2005.

Em laboratório, o conteúdo foi separado, contabilizado e identificado até o menor nível taxonômico possível. Por exemplo, para algumas famílias de Diptera e na subfamília Formicinae foi possível identificar os indivíduos no nível de gênero, enquanto que para Coleoptera e Hemiptera foi possível identificar até nível de família (Apêndice 1). Para as análises subsequentes, os táxons foram agrupados em grandes categorias (ordens e famílias na maioria dos casos) a fim de evitar valores superestimados de especialização individual (ARAÚJO et al., 2009). Material fragmentado, em avançado estado de digestão e que não foi possível identificar pelo menos no nível de ordem, tanto para

material animal quanto vegetal, não foi incluído nas categorias de itens consumidos.

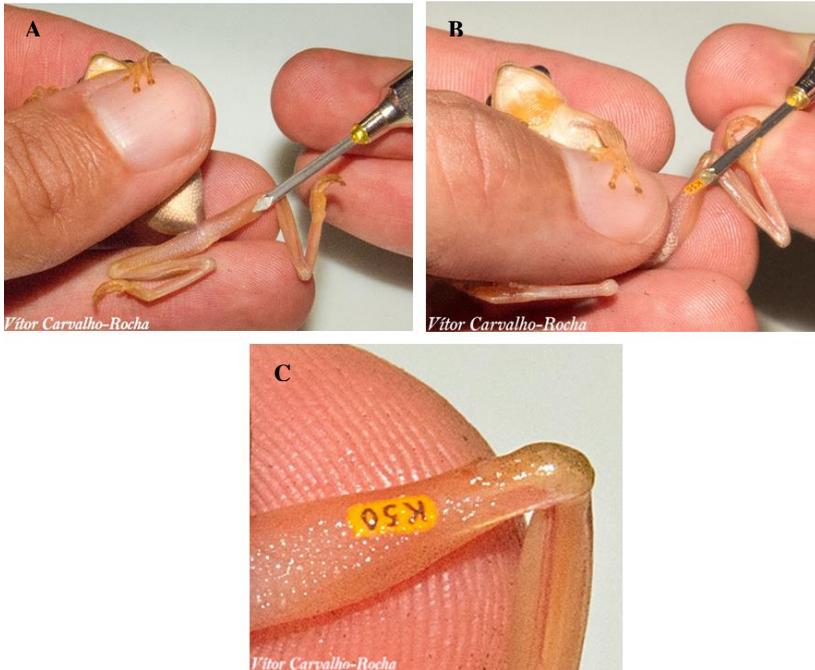


Figura 4. Exemplo de aplicação do implante alfanumérico em um indivíduo de *Hypsiboas leptolineatus*. A-B: sequência de aplicação; C: detalhe do implante inserido.

2.3. ANÁLISE DE DADOS

A dieta de cada indivíduo foi considerada como a soma do conteúdo estomacal de todas as vezes que o mesmo foi capturado, independentemente da captura ter ocorrido durante uma mesma campanha ou entre campanhas. Essa abordagem foi utilizada devido à ausência de um fator temporal teórico a priori capaz de influenciar na dieta dos indivíduos. Foram inclusos nas análises indivíduos que consumiram pelo menos quatro itens, com o intuito de não superestimar os valores dos índices de especialização (ARAÚJO et al., 2011).

Antes de testar a presença de especialização individual foi verificada, em cada espécie, a existência de diferenças na dieta entre os sexos. Para

tal foi utilizado o índice de similaridade proporcional (*PS*) proposto por Schoener (1968):

$$PS_{ij} = 1 - 0,5 \sum_j |p_{ij} - p_{jk}|$$

onde p_{ik} e p_{jk} correspondem à proporção da categoria de item k na dieta de i (fêmeas) e j (machos). O valor *PS* indica a proporção de sobreposição, apresentando valores que variam de 0, nenhuma sobreposição, a 1, total sobreposição. Aleatorizações de Monte Carlo foram utilizadas para gerar uma distribuição nula do valor de *PS* observado. O procedimento consistiu na geração de 10.000 matrizes, formadas a partir do procedimento de bootstrap dos machos e fêmeas separadamente, mantendo o número de indivíduos por sexo da matriz original. O valor de *PS* foi então calculado para cada nova matriz gerada. A proporção dos valores de *PS* calculados a partir das novas matrizes que foram iguais ou menores que o valor de *PS* observado foi utilizada como estimador de nível de significância (p), e considerada significativa quando $p < 0,05$. Não havendo diferenças na dieta entre os sexos, os dados de fêmeas e machos foram agrupados para as demais análises. Foi possível testar a diferença da dieta entre os sexos apenas para *P. cardosoi*, uma vez que uma única fêmea de *H. leptolineatus* foi capturada, e apenas uma fêmea de *S. granulatus*, das 10 capturadas, consumiu ao menos quatro itens. Somente dados de machos de *H. leptolineatus* e *S. granulatus* foram utilizados nas demais análises. Mudanças ontogenéticas na dieta não foram testadas por terem sido capturados apenas indivíduos adultos das três espécies.

A presença de EI nas populações foi testada utilizando o índice *E* (ARAÚJO et al., 2008). Esse índice é baseado na teoria de redes e quantifica a densidade média de conexões entre os indivíduos (grau de variação interindividual) de forma que *E* corresponde à dissimilaridade média entre os indivíduos de uma população. O índice *E* teoricamente pode apresentar valores que variam de 0 (indivíduos apresentam dietas iguais) a 1 (indivíduos diferem completamente em suas dietas). Mas devido à estocasticidade amostral, indivíduos que possuem dietas iguais podem não apresentar estômagos com conteúdo idêntico, de forma que quanto menor o número de itens consumidos, maior a chance de serem encontradas diferenças na dieta ao acaso. Isso faz com que na prática encontremos valores de *E* maiores que 0.

A significância do valor de *E* foi então testada utilizando um modelo nulo, aplicando o procedimento de bootstrap, com 10.000 iterações. Cada iteração consistiu na atribuição aleatória de itens

(advindos do conjunto utilizado pela população) para cada indivíduo, mantendo o total original consumido pelo mesmo. O valor de E foi calculado para cada iteração e a hipótese nula foi rejeitada quando seu valor observado foi maior que 95% dos valores gerados no modelo nulo. Como o índice E é sensível ao número de itens consumidos por indivíduo, os valores nulos gerados nas iterações tenderá a ser alto devido à maioria dos indivíduos terem sido capturados apenas uma vez. O controle da estocasticidade foi realizado utilizando o índice E ajustado (E_{adj}), calculado a partir da média dos valores de E obtidos pelo modelo nulo (E_{nulo}), de forma que $E_{\text{adj}} = (E - E_{\text{nulo}}) / (1 - E_{\text{nulo}})$. O valor de E_{adj} também varia de 0 a 1, sendo que 0 corresponde à variação de dieta esperada na hipótese nula de ausência de especialização. Dessa forma, valor de E_{adj} foi utilizado como medida da magnitude da especialização individual em cada população.

A variação morfológica foi testada como mecanismo causal da especialização individual, quando esta foi presente nas populações. Para tal, utilizamos a abordagem proposta por Araújo et al. (2007). Primeiramente, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) com os valores log-transformados (diminuição da disparidade da magnitude dos dados) das variáveis morfológicas medidas em campo (CRC, CM, CB, LB). Os valores de scores obtidos do primeiro componente de uma PCA (PC1) podem ser interpretados como variação de tamanho, enquanto que os demais componentes (PC2-PC4) como variação de forma. Nesse sentido, foram calculadas matrizes de distância Euclidiana entre os pares de indivíduos com os valores dos scores de cada componente da PCA. Em seguida, foi calculado o valor de PS entre os indivíduos, de forma a gerar uma matriz de sobreposição de dieta entre os indivíduos par a par. Foi testada então a correlação entre a matriz de sobreposição de dieta e as matrizes das distâncias morfológicas (PC2-PC4) via teste de Mantel (10.000 permutações). Caso a morfologia seja o mecanismo causal de especialização, espera-se uma correlação negativa entre a matriz de sobreposição de dieta e as matrizes de distância de forma do corpo, indicando que indivíduos com dietas similares possuem morfologia (menores distâncias entre indivíduos) similares.

O padrão de compartilhamento de itens foi analisado a partir da construção de uma matriz indivíduos-recursos (\mathbf{R}) para cada população, onde as linhas da matriz correspondem aos indivíduos, e as colunas às categorias de itens consumidos (PIRES et al., 2011). Cada célula da matriz r_{ij} foi preenchida com o número de itens consumidos do recurso j pelo indivíduo i . A partir dessa matriz foi possível construir redes bipartidas para cada população. As redes consistiram de dois conjuntos

de vértices, um correspondendo aos indivíduos e o outro aos itens consumidos. O consumo de um tipo de item por determinado indivíduo foi representado por uma linha (aresta) ligando os vértices correspondentes. O padrão de compartilhamento dos itens foi então descrito a partir do cálculo dos índices de aninhamento e modularidade das redes de cada população.

Aninhamento mede o quanto que a dieta de indivíduos mais especialistas (pouco diversa) representa um subconjunto da dieta de indivíduos generalistas (mais diversa). O grau de aninhamento foi calculado utilizando o índice *NODF*, que utiliza dados de ausência e presença, e pelo índice *WNODF*, que considera os dados quantitativos de cada interação (ALMEIDA-NETO et al., 2008; ALMEIDA-NETO; ULRICH, 2010). Ambos os valores de *NODF* e *WNODF* variam de 0 (sem aninhamento) a 100 (totalmente aninhado). Modularidade indica a formação de subgrupos de indivíduos na rede que compartilham os mesmos tipos de recursos entre si, mas apresentam pouco ou nenhum compartilhamento de recursos em relação a outros indivíduos/grupos. O valor de modularidade foi calculado a partir do coeficiente de modularidade ponderado C_{ws} , que apresenta valores entre -1 e +1 (ARAÚJO et al., 2008). O valor de C_{ws} é positivo e tende a +1 quanto maior a modularidade, e tenderá a -1 indicando variação contínua da dieta entre os indivíduos.

A significância dos valores de *NODF*, *WNODF* e C_{ws} , foi calculada utilizando procedimentos de bootstrap com 10.000 iterações. Cada iteração constou em reatribuir para cada indivíduo itens aleatórios a partir do conjunto utilizado por toda a população, de forma a manter o número total de itens consumidos original. Valores de *NODF*, *WNODF* e C_{ws} foram calculados para cada iteração, de forma que a hipótese nula (valores observados não diferem do gerado ao acaso) pudesse ser rejeitada se os valores observados dos índices fossem maior que 95% dos valores nulos. Para C_{ws} , a hipótese nula pode ser rejeitada se $C_{ws} > 0$ e maior que 97,5% dos valores nulos (indicando formação de módulos), ou se $C_{ws} < 0$ e menor que 97,5% dos valores nulos (indicando variação contínua).

Os cálculos de *NODF* e *WNODF* foram realizados no programa *NODF* (ALMEIDA-NETO; ULRICH, 2010). As demais análises foram realizadas no Programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015), com o auxílio dos pacotes *ade4* (DRAY; DUFOM, 2007), *bipartite* (DORMANN et al., 2008), *RInSp* (ZACCARELLI et al., 2013) e *vegan* (OKSANEN et al., 2015). As matrizes de indivíduos-recursos foram construídas no Programa R utilizando o pacote *bipartite*, enquanto que as redes de indivíduos-recursos foram desenhadas no programa *Pajek*

(<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>). O script desenvolvido para realizar as análises desse trabalho pode ser encontrado no Apêndice 2.

3. RESULTADOS

De setembro de 2014 a março de 2015 foram capturados 27 indivíduos de *Hypsiboas leptolineatus* (1 fêmea; 26 machos), 83 de *Pseudis cardosoi* (43; 40) e 53 de *Scinax granulatus* (10; 43). O número de indivíduos capturados por espécie variou ao longo das campanhas; indivíduos de *P. cardosoi* e *S. granulatus* foram encontrados em seis das sete campanhas, enquanto que de *H. leptolineatus* foram registrados a partir de janeiro de 2015 (Figura 5; Apêndice 3).

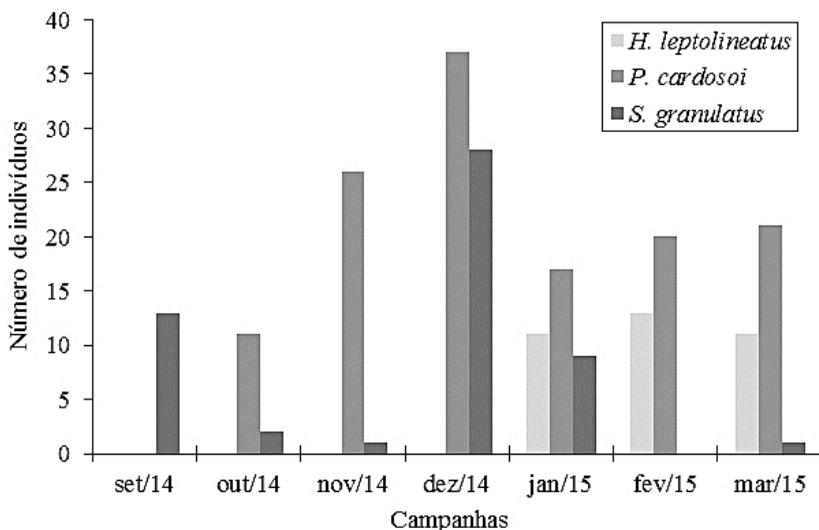


Figura 5. Número de indivíduos de *Hypsiboas leptolineatus*, *Pseudis cardosoi* e *Scinax granulatus* capturados por campanha em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Valores considerando recapturas de um mesmo indivíduo em campanhas diferentes, e excluindo recapturas em uma mesma campanha.

Considerando todo o período de estudo, os indivíduos das três espécies consumiram 47 categorias de itens. Artrópodes da Classe Insecta foram os mais representativos dentre as categorias de itens consumidos pelos indivíduos das três espécies. Anelídeos, crustáceos, aracnídeos, gastrópodes, anuros e sementes de gramíneas também fizeram parte de suas dietas (Tabela 1).

Os 27 indivíduos de *H. leptolineatus* consumiram 237 itens pertencentes a 31 categorias (Tabela 1). A média de itens encontrados por

estômago foi de 2,86 (\pm 2,63) (mínimo = 0; máximo = 11), enquanto que considerando o somatório das capturas de cada indivíduo a média foi de 8,78 (\pm 6,52) itens consumidos (mínimo = 1; máximo = 28). Dos 27 indivíduos capturados de *H. leptolineatus*, 20 machos consumiram ao menos quatro itens considerando todas as capturas. Sementes de Gramineae e adultos de Diptera: Nematocera foram as categorias consumidas em maior proporção (14% e 9%, respectivamente) pela espécie.

Tabela 1. Categorias e número (proporção) de itens pós-agrupamento dos táxons que compuseram a dieta de *Hypsiboas leptolineatus* (n = 27), *Pseudis cardosoi* (n = 83) e *Scinax granulatus* (n = 53), em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. AQ: aquático; NI: não identificado; SE: semente; TE: terrestre.

Categorias de presas	Espécies		
	<i>H. leptolineatus</i>	<i>P. cardosoi</i>	<i>S. granulatus</i>
ANNELIDA			
Hirudinoidea	-	9 (0,01)	-
CRUSTACEA			
Isopoda	10 (0,04)	-	-
Gammaridea	-	6 (0,01)	1 (0,01)
ARACHNIDA			
Acari	3 (0,01)	7 (0,01)	7 (0,05)
Amblypygi	-	-	1 (0,01)
Araneae	17 (0,07)	16 (0,01)	13 (0,10)
Opiliones	-	1 (0,00)	-
COLLEMBOLA	13 (0,05)	36 (0,03)	-
INSECTA			
NI	10 (0,04)	70 (0,06)	8 (0,06)
Blattaria	-	8 (0,01)	6 (0,05)
Coleoptera			
NI	5 (0,02)	29 (0,02)	7 (0,05)
AQ	1 (0,00)	183 (0,16)	-
Larva NI	1 (0,00)	4 (0,00)	-
Larva AQ	-	14 (0,01)	-
Larva TE	-	-	1 (0,01)
TE	10 (0,04)	23 (0,02)	3 (0,02)
Diptera			
Brachycera			
Adulto	11 (0,05)	71 (0,06)	4 (0,03)
Larva	1 (0,00)	-	-

Tabela 1. Continuação.

Pupa	1 (0,00)	-	-
Nematocera			
Adulto	22 (0,09)	109 (0,09)	6 (0,05)
Larva	-	2 (0,00)	-
Pupa	9 (0,04)	83 (0,07)	1 (0,01)
Ephemeroptera	-	38 (0,03)	-
Hemiptera			
Auchenorrhyncha	18 (0,08)	22 (0,02)	4 (0,03)
Heteroptera			
NI	9 (0,04)	17 (0,01)	4 (0,03)
AQ	1 (0,00)	33 (0,03)	-
TE	9 (0,04)	7 (0,01)	-
Sternorrhyncha	2 (0,01)	10 (0,01)	1 (0,01)
Hymenoptera			
NI	-	6 (0,01)	1 (0,01)
Apidae	-	14 (0,01)	-
Formicidae	7 (0,03)	51 (0,04)	2 (0,02)
Outros	5 (0,02)	35 (0,03)	2 (0,02)
Isoptera	13 (0,05)	52 (0,04)	-
Lepidoptera			
Adulto	6 (0,03)	6 (0,01)	1 (0,01)
Larva	3 (0,01)	1 (0,00)	2 (0,02)
Mantodea	1 (0,00)	1 (0,00)	-
Odonata			
Adulto	-	23 (0,02)	-
Ninfa	-	23 (0,02)	-
Orthoptera	4 (0,02)	5 (0,00)	2 (0,02)
Plecoptera	1 (0,00)	1 (0,00)	-
Psocoptera	1 (0,00)	-	-
Trichoptera			
Adulto	8 (0,03)	30 (0,03)	1 (0,01)
Larva	-	3 (0,00)	-
GASTROPODA	1 (0,00)	8 (0,01)	2 (0,02)
ANURA			
Adulto	-	2 (0,00)	-
Imago	-	11 (0,01)	-
PLANTAE			
Gramineae SE	34 (0,14)	96 (0,08)	52 (0,39)
TOTAL ITENS	237	1166	132
TOTAL CATEGORIAS	31	41	24

Os indivíduos de *P. cardosoi* consumiram ao todo 1166 itens, pertencentes a 41 categorias (Tabela 1), e apresentaram em média 6,74 (\pm 7,14) itens por estômago (mínimo = 0; máximo = 39). Considerando o somatório das capturas, a média de itens consumidos por indivíduo foi de 14,05 (\pm 13,03) (mínimo = 0; máximo = 49). Dos 83 indivíduos de *P. cardosoi* capturados, 65 (34 fêmeas e 31 machos) consumiram ao menos quatro itens considerando todas as capturas. As categorias consumidas em maior proporção pela espécie foram adultos de Coleoptera aquático (16%) e de Diptera: Nematocera (9%).

Já os indivíduos de *S. granulatus* consumiram um total de 132 itens, pertencentes a 24 categorias (Tabela 1). A média de itens encontrados por estômago foi de 1,91 (\pm 3,01) (mínimo = 0; máximo = 16), enquanto que considerando o somatório das capturas, a média foi de 2,49 (\pm 3,62) itens consumidos por indivíduo (mínimo = 0; máximo = 16). Dos 53 indivíduos de *S. granulatus* capturados, 15 (1 fêmea e 14 machos) consumiram ao menos quatro itens considerando todas as capturas. Sementes de Gramineae e Araneae foram os itens consumidos em maior proporção (39% e 10%, respectivamente) pela espécie.

3.1. VARIAÇÃO INTERINDIVIDUAL

A dieta entre fêmeas e machos de *P. cardosoi* não diferiu significativamente ($PS = 0,73$; $p = 0,11$; $n = 65$). A densidade média de conexões da rede indivíduos-recursos de *H. leptolineatus* ($E = 0,76$; $E_{null} = 0,66$; $p < 0,001$), *P. cardosoi* ($E = 0,80$; $E_{null} = 0,66$; $p < 0,001$) e *S. granulatus* ($E = 0,79$; $E_{null} = 0,61$; $p < 0,001$) foi menor que esperado ao acaso, indicando a presença de especialização individual nas três espécies. Se levarmos em consideração apenas os valores brutos de E , poderíamos considerar que as três espécies apresentaram elevado grau de especialização, com indivíduos conspecíficos compartilhando, em média, menos de 25% de suas dietas. Entretanto, corrigindo esse valor pela média do esperado pelo modelo nulo, observamos que o grau da especialização foi moderado em *P. cardosoi* ($E_{adj} = 0,41$) e *S. granulatus* ($E_{adj} = 0,45$), e baixo em *H. leptolineatus* ($E_{adj} = 0,29$). A variação morfológica dos indivíduos nas três espécies não apresentou relação com a variação de suas dietas (Teste de Mantel; todos os valores de $p > 0,18$; Tabela 2). Os bipots das PCAs das medidas morfológicas dos indivíduos de cada espécie podem ser observados no Apêndice 4.

Tabela 2. Resultados do Teste de Mantel (r de Mantel e valor de p) de correlação entre a sobreposição de dieta (PS) e os scores obtidos pela PCA (PC1-PC4) das variáveis medidas (CRC: comprimento rostro-cloacal; CC: comprimento da cabeça; CM: comprimento da mandíbula; LB: largura da boca) dos indivíduos de *Hypsiboas leptolineatus* (n = 20), *Pseudis cardosoi* (n = 65) e *Scinax granulatus* (n = 14) capturados em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Valores de p obtidos por 10.000 permutações.

	r de Mantel (p)		
	<i>H. leptolineatus</i>	<i>P. cardosoi</i>	<i>S. granulatus</i>
PC1	-0,117 (0,91)	-0,027 (0,73)	0,071 (0,35)
PC2	-0,081 (0,84)	-0,134 (0,99)	0,018 (0,60)
PC3	-0,016 (0,60)	-0,054 (0,84)	0,002 (0,52)
PC4	0,033 (0,37)	-0,120 (0,98)	0,124 (0,18)

A presença de aninhamento maior que o esperado ao acaso foi encontrada apenas nas redes com dados qualitativos de indivíduos-recursos de *H. leptolineatus* e *S. granulatus* e na rede com dados quantitativos de *H. leptolineatus* (Figura 6; Tabela 3). O grau de modularidade das redes das três espécies foi baixo e indiferente do esperado ao acaso (Tabela 3).

Tabela 3. Índices de aninhamento ($NODF$ e $WNODF$) e modularidade (C_{ws}) calculados para as redes de indivíduos-recursos de *Hypsiboas leptolineatus* ($n = 20$), *Pseudis cardosoi* ($n = 65$) e *Scinax granulatus* ($n = 14$) capturados em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Valores de p obtidos através de 10.000 simulações tipo bootstrap. *Valores significativos com $p < 0,05$.

Espécies	Aninhamento					Modularidade			
	$NODF_{obs}$	$NODF_{null}$	p	$WNODF_{obs}$	$WNODF_{null}$	p	$C_{\mu_{sobs}}$	$C_{\mu_{snull}}$	p
<i>Hypsiboas leptolineatus</i>	37,84*	32,68	0,03	16,33*	11,92	0	0,15	0,17	0,79
<i>Pseudis cardosoi</i>	35,18	45,12	0,99	14,94	22,81	0,99	0,11	0,13	0,84
<i>Scinax granulatus</i>	29,73*	22,97	0,02	6,99	11,03	0,99	0,09	0,12	0,73

a)

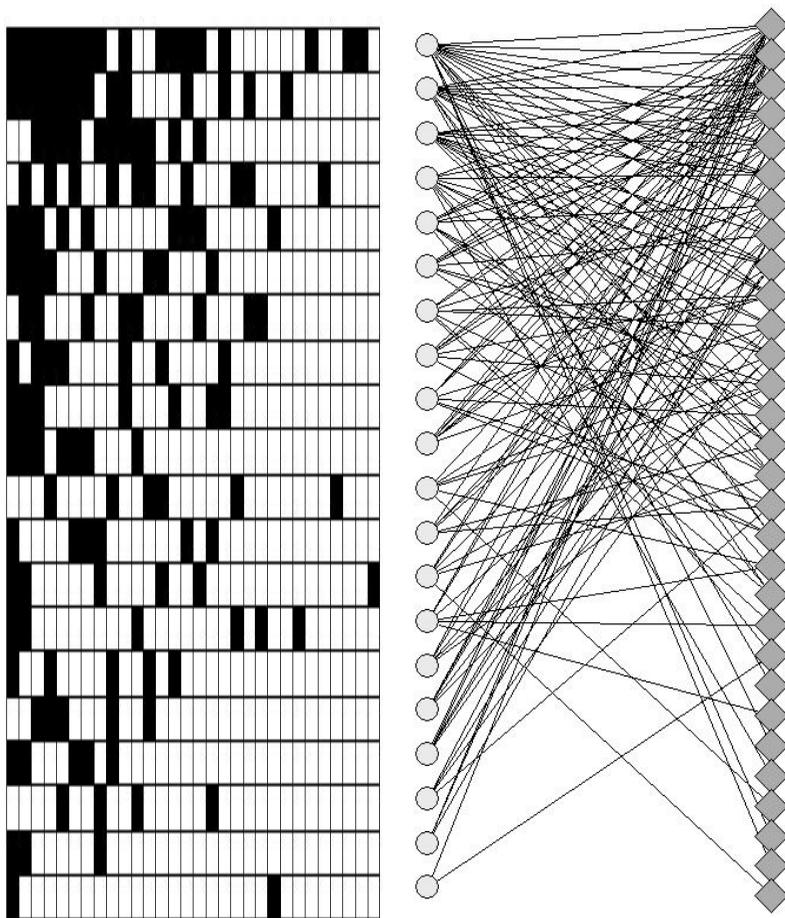


Figura 6. Representação gráfica na forma de matriz e de rede da interação qualitativa entre indivíduos e recursos consumidos de *Hypsiboas leptolineatus* (a), *Pseudis cardosoi* (b) e *Scinax granulatus* (c) capturados em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Nas matrizes, as linhas representam os indivíduos e as colunas as categorias de itens; células pretas indicam a utilização de um dado recurso por um indivíduo. Nas redes, os círculos claros representam os indivíduos, enquanto que diamantes escuros representam as categorias de itens; ligações representam o consumo de uma categoria de item (diamante) por um indivíduo (círculo).

b)

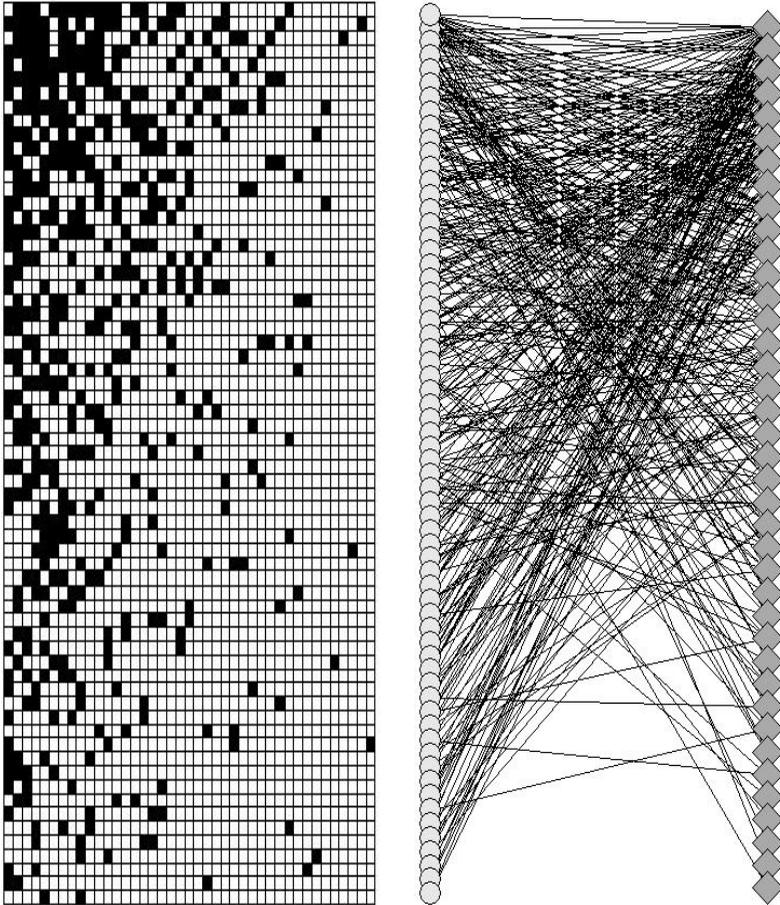


Figura 6. Representação gráfica na forma de matriz e de rede da interação qualitativa entre indivíduos e recursos consumidos de *Hypsiboas leptolineatus* (a), *Pseudis cardosoi* (b) e *Scinax granulatus* (c) capturados em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Nas matrizes, as linhas representam os indivíduos e as colunas as categorias de itens; células pretas indicam a utilização de um dado recurso por um indivíduo. Nas redes, os círculos claros representam os indivíduos, enquanto que diamantes escuros representam as categorias de itens; ligações representam o consumo de uma categoria de item (diamante) por um indivíduo (círculo).

c)

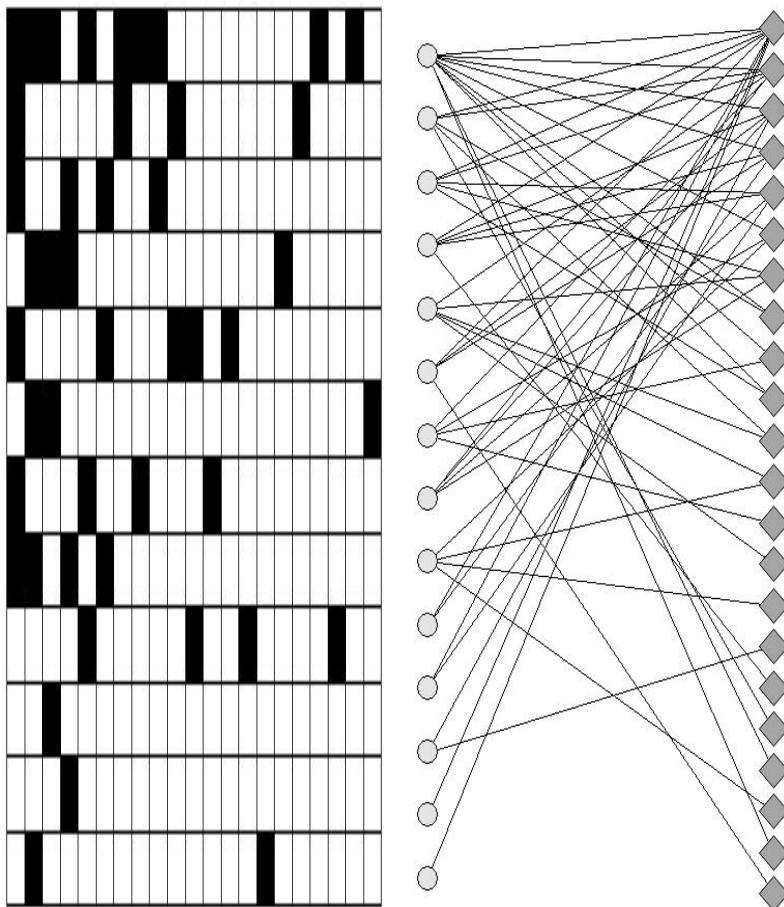


Figura 6. Representação gráfica na forma de matriz e de rede da interação qualitativa entre indivíduos e recursos consumidos de *Hypsiboas leptolineatus* (a), *Pseudis cardosoi* (b) e *Scinax granulatus* (c) capturados em uma lagoa do Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. Nas matrizes, as linhas representam os indivíduos e as colunas as categorias de itens; células pretas indicam a utilização de um dado recurso por um indivíduo. Nas redes, os círculos claros representam os indivíduos, enquanto que diamantes escuros representam as categorias de itens; ligações representam o consumo de uma categoria de item (diamante) por um indivíduo (círculo).

4. DISCUSSÃO

Nesse estudo nós mostramos que classificar uma espécie como generalista não reflete necessariamente em generalismo por parte dos indivíduos que compõem uma população. Observamos que, quando consideramos os dados de dieta da população como um todo, as três espécies apresentaram dietas generalistas, conforme apontado por estudos prévios realizados com as mesmas (MIRANDA et al., 2006; SOLÉ; PELZ, 2007; BARBOSA et al., 2014). Entretanto, quando observamos a dieta dos indivíduos separadamente encontramos presença de EI, indicando que as três espécies são compostas por indivíduos especialistas. Nos próximos parágrafos discutiremos sobre (i) aspectos gerais da dieta das três espécies; e na sequência (ii), os padrões de variação interindividual na dieta dos indivíduos de cada espécie.

4.1. ASPECTOS GERAIS DA DIETA DAS ESPÉCIES

O número e a proporção das categorias de itens mais consumidos pelas três espécies observados em nosso trabalho diferiram dos estudos de dieta dessas espécies, realizados em uma região de Mata Atlântica no estado do Rio Grande do Sul. Barbosa et al. (2014) encontraram na dieta de *H. leptolineatus* (n = 41) 11 categorias de presas, das quais Coleoptera e Araneae foram consumidas em maior proporção. Já na dieta de *S. granulatus* (n = 20) estudada por Solé e Pelz (2007) 10 categorias de presas foram encontradas. Na dieta de *P. cardosoi* (n = 130), Miranda et al. (2006) encontraram 29 categorias de presas. Em nosso trabalho, mesmo considerando apenas indivíduos encontrados com pelo menos quatro itens por estômago, encontramos maior número de categorias de itens consumidos para as três espécies quando comparado aos trabalhos citados anteriormente. Esse resultado reforça a ideia de que essas espécies são generalistas no nível da população, como concluído em estudos prévios (SOLÉ; RÖDDER, 2010; BRITO et al., 2012).

No entanto, observamos ingestão significativa de sementes (8 a 39 % do total de itens consumidos) pelas três espécies, principalmente em *S. granulatus*. Embora material vegetal já tenha sido reportado em suas dietas, essa é o primeiro registro de consumo de sementes para as três espécies. Restos de materiais vegetais são comumente reportados como consequência da ingestão acidental na hora de capturar as presas, e na maioria dos casos tem sua relevância desconsiderada (VAN SLUYS et al., 2001). Alguns trabalhos atribuem a ingestão de material vegetal para

auxiliar na eliminação de parasitas intestinais e ajudar a moer o exoesqueleto de artrópodes (ANDERSON et al., 1999).

Apenas cinco espécies de anuros são reconhecidas por incluir ativamente material vegetal em sua dieta (SILVA; BRITTO-PEREIRA, 2006). *Xenohyla truncata* é uma dessas, e consome frutos e sementes de bromélias (SILVA et al., 1989). Entretanto, presença de sementes pode indicar seleção desse item para obtenção de nutrientes. O relato de ingestão de sementes já foi reportado em outras espécies de anuros (SANTOS et al., 2004; LÓPEZ et al., 2009), de forma que talvez essas espécies realmente estejam complementando suas dietas com esse tipo de item. Consideramos importante a realização de estudos mais detalhados sobre a ingestão de sementes por *H. leptolineatus*, *P. cardosoi* e *S. granulatus* para que assim possamos saber se realmente há ingestão intencionada, bem como quanto de aporte energético essas espécies conseguem a partir desses itens.

4.2. PADRÕES DE VARIAÇÃO INTERINDIVIDUAL

O grau de EI encontrado para as populações das três espécies de anuros estudadas variou de baixo (*H. leptolineatus*) a moderado (*P. cardosoi* e *S. granulatus*), ainda que significativo. Embora poucos trabalhos tenham investigado a presença de especialização individual na dieta de anuros, todos os que se propuseram, reportaram o fenômeno como presente (ARAÚJO et al., 2007; 2009; BENARD; MAHER, 2011; DA ROSA et al., 2011; SCHRIEVER; WILLIAMS, 2013). Bolnick et al. (2003) sugeriram que a presença de EI pode ser resultado de diferenças nos atributos dos indivíduos, como por exemplo nos morfológicos. *P. cardosoi* apresenta dimorfismo sexual, de forma que fêmeas são, em média, maiores do que machos (KWET, 2000). Mesmo com tais diferenças morfológicas, não encontramos diferença significativa na dieta de fêmeas e machos de *P. cardosoi*, demonstrando que tais características não determinam as categorias de itens consumidos pelos dois sexos. Reconhecemos que por serem maiores, as fêmeas poderiam ingerir presas maiores que os machos, variação esta que não foi incluída em nossas análises. Entretanto, o tamanho das presas de cada categoria aparentemente foi semelhante (obs. pess.), justificando a exclusão desse atributo nas análises. Dietas similares entre fêmeas e machos parece ser o mais comum dentre as espécies de anuros (MANEYRO et al., 2004; WACHLEVSKI et al., 2011; SUGAI et al., 2012), provavelmente por apresentarem requerimentos metabólicos similares.

A ausência de efeito significativo da morfologia na variação da dieta dos indivíduos de *H. leptolineatus*, *P. cardosoi* e *S. granulatus* indica que esse fator não é o responsável pela presença de EI observada nessas populações. Araújo et al. (2007; 2009) também não encontraram relação entre a morfologia e a variação interindividual na dieta em oito espécies de anuros do Cerrado. Esses resultados indicam que, ao menos para as espécies de anuros estudadas, *trade-offs* funcionais não estão associadas à variação nos atributos medidos do crânio dos indivíduos. Alternativamente, a utilização de medidas lineares não é suficiente para capturar a relação entre a morfologia e a dieta dos indivíduos nessas espécies (ARAÚJO et al., 2008; ADAMS; ROHLF, 2000). Recomendamos que futuros estudos sejam realizados utilizando análises de morfometria geométrica, por serem capazes de captar detalhes mais precisos da variação morfológica dos indivíduos, além de eliminar o efeito do tamanho dos indivíduos (ROHLF; MARCUS, 1993). Dessa forma, será possível determinar se realmente aspectos morfológicos são determinantes na dieta dessas espécies.

Araújo et al. (2007; 2009) propuseram variações cognitivas e/ou fisiológicas entre os indivíduos como mecanismos associados à ocorrência de especialização individual na dieta de anuros. Por exemplo, se a capacidade cognitiva dos indivíduos for limitada, e diferentes tipos de presas exigem diferentes estratégias de caça, o número de estratégias que um determinado indivíduo aprenderia seria limitado. Isso faria com que cada indivíduo pudesse capturar um número reduzido de tipos de presas (WERNER et al., 1981; KATO et al., 2000). Por se tratar de uma espécie aquática, indivíduos de *P. cardosoi*, por exemplo, poderiam apresentar estratégias específicas para capturar presas subaquáticas, de superfície da água ou da vegetação próxima. O mesmo poderia ser aplicado para espécies terrícolas como *H. leptolineatus* e *S. granulatus*. Limitação das técnicas de caça apresentada pelos indivíduos poderia constituir um mecanismo plausível da especialização individual nas três espécies.

Alternativamente, se os indivíduos diferirem na capacidade digestiva de um dado item, o aporte energético do mesmo será variado entre os indivíduos. A obtenção energética variável de um tipo de item pode fazer com que indivíduos priorizem a utilização do mesmo de forma diferenciada (BURROWS; HUGHES, 1991; AFIK; KARASOV, 1995). Por exemplo, alguns indivíduos podem ter facilidade na digestão de presas mais duras, como os besouros. Aqueles indivíduos que digerem esse tipo de presa com mais dificuldade tenderão a evitar a utilização desse recurso, levando a dietas diferenciadas. É necessário que futuros

estudos sejam desenvolvidos para testar possíveis variações cognitivas e/ou fisiológicas entre os indivíduos de cada espécie, para assim identificar mais precisamente qual ou quais mecanismos poderiam explicar a EI presente em suas populações.

Mas independente da variação de qualquer que seja o mecanismo relacionado à EI, podemos tomar como base a TFO e testar predições de como que esse fenômeno surge, analisando a partilha dos recursos pelos indivíduos de uma população (SVANBÄCK, BOLNICK, 2005; PIRES et al., 2011). As redes de indivíduos-recursos de *H. leptolineatus* e *S. granulatus* se mostraram mais aninhadas que o esperado ao acaso, ainda que os valores de aninhamento tenham sido relativamente baixos, principalmente quando levado em consideração a frequência de utilização dos recursos. A presença de indivíduos com dietas aninhadas observada para essas duas espécies indica que indivíduos de suas populações que apresentam dieta mais restrita (especialista) utilizam um subconjunto dos itens utilizados por indivíduos com dieta mais ampla (generalista).

A presença de aninhamento na rede de indivíduos-recursos em *H. leptolineatus* e *S. granulatus* pode ser explicada através do modelo de preferências compartilhadas (SVANBÄCK; BOLNICK, 2005). De acordo com esse modelo, os indivíduos da mesma população compartilham a ordem de preferência na utilização dos mesmos recursos. Se a taxa em que novos recursos passam a ser utilizados varia entre os indivíduos, e essa inclusão segue uma sequência prevista, haverá presença de EI, e a dieta desses indivíduos apresentará um padrão aninhado (SVANBÄCK; BOLNICK, 2005). Esse modelo prevê ausência de formação de grupos distintos de indivíduos que compartilham os mesmos recursos (modularidade), corroborando também com o encontrado na rede das duas espécies. Trabalhos recentes que propuseram analisar redes de indivíduos-recursos encontraram valores significativos de aninhamento em diferentes táxons (ARAÚJO et al., 2010; TINKER et al., 2012; CANTOR et al., 2013), inclusive em anuros (PIRES et al., 2011), dando indício de se tratar de um padrão comum nesse tipo de rede. Sendo assim, acreditamos que o modelo de preferências compartilhadas pode ser considerado como um mecanismo plausível para explicar as dietas aninhadas dos indivíduos de *H. leptolineatus* e *S. granulatus*.

Por outro lado, observamos resultados divergentes quanto à presença de aninhamento na rede de *S. granulatus*. Quando analisamos de forma qualitativa, a rede de indivíduos-recursos dessa espécie se mostrou aninhada, mas quando analisado com dados quantitativos, o mesmo padrão não foi observado. Essa diferença indica que apesar de existirem indivíduos especialistas que utilizam um subconjunto dos itens

utilizados por indivíduos generalistas, não há diminuição na proporção dos itens consumidos pelos especialistas em relação ao consumido pelos generalistas (ALMEIDA-NETO; ULRICH, 2010). A ausência de aninhamento nas redes de *P. cardosoi* indica que apesar da população analisada nesse estudo ser formada tanto por indivíduos com dietas amplas quanto mais restritas, a dieta destes não correspondeu a um subconjunto predito dos itens utilizados pelos indivíduos com dieta mais ampla. Nesse caso, o modelo de preferências compartilhadas não se aplica para explicar o compartilhamento dos recursos pelos indivíduos dessa espécie. Alternativamente, poderíamos utilizar o modelo de preferências distintas para explicar esse padrão encontrado (SVANBÄCK; BOLNICK, 2005). Nesse modelo, os indivíduos utilizam preferencialmente diferentes recursos, corroborando com a presença de especialização encontrada. Mas como consequência de tal diferenciação, o modelo prediz modularidade na rede. Entretanto, não encontramos evidências da formação de grupos de indivíduos na rede de *P. cardosoi*. Um terceiro possível modelo para explicar o padrão observado seria o de refúgio-competitivo. Entretanto, assim como no anterior, esse modelo também prevê a formação de módulos na rede (SVANBÄCK; BOLNICK, 2005).

Dessa forma, reportamos que o compartilhamento dos recursos pelos indivíduos de *P. cardosoi* não segue nenhuma previsão dos modelos baseados na TFO propostos por SVANBÄCK e BOLNICK (2005). O que observamos é a utilização preferencial de recursos distintos entre os indivíduos, condizente com a presença de especialização individual, e que a maioria dos indivíduos compartilham os mesmos recursos que são consumidos em menor proporção. Como a formação de módulos é caracterizada por maior número de conexões dentro, do que fora de um grupo, o compartilhamento de recursos em comum, mesmo que em pequenas proporções, faz com que essas conexões transformem a rede em um grande grupo, sem a formação de módulos distintos. Estudos que se propuseram investigar a presença de especialização individual, analisando a topologia das redes de indivíduos-recursos, reportam presença de aninhamento (ARAÚJO et al., 2010; PIRES et al., 2011; DÁTILLO et al., 2014) ou modularidade (ARAÚJO et al., 2008; MOLEÓN et al., 2012; BALLESTEROS et al., 2014) como característica topológica dessas redes. Entretanto, demonstramos que tais características não estão necessariamente presentes nas redes de indivíduos que apresentam especialização individual. Esse resultado reforça a importância do desenvolvimento de futuros estudos que incluam a variação de outros atributos dos indivíduos, bem como parâmetros

ecológicos (e.g. competição), na busca de se identificar o que leva ao surgimento de especialização individual nessas populações.

5. CONCLUSÃO

Em nosso trabalho demonstramos a ocorrência de especialização individual na dieta de três espécies de anuros: *Hypsiboas leptolineatus*, *Pseudis cardosoi* e *Scinax granulatus*. Dessa forma, embora sejam consideradas generalistas, os indivíduos conspecíficos dessas espécies consomem apenas um subconjunto do utilizado pela população como um todo, apresentando sobreposição moderada em suas dietas. Esse resultado acrescenta mais três espécies de anuros na lista crescente de táxons que apresentam esse fenômeno, indicando que talvez esse seja um padrão recorrente no grupo.

As diferenças morfológicas medidas entre os indivíduos de cada população não são responsáveis pelo surgimento da especialização individual nas espécies estudadas. Possivelmente *trade-offs* geram restrições cognitivas e/ou fisiológicas nos indivíduos, levando-os a diferirem em suas dietas.

Utilizando a TFO para predizer o compartilhamento no uso dos recursos, indivíduos conspecíficos de *H. leptolineatus* e *S. granulatus* apresentam padrão de dietas aninhadas, seguindo o modelo de preferências compartilhadas. Contrapondo com todos os modelos previstos pela TFO, os indivíduos de *P. cardosoi* não apresentaram padrão distinto de compartilhamento. Nossos resultados apontam que embora aninhamento e modularidade sejam características comuns em redes de indivíduos-recursos, esses padrões não são unânimes, e que outros tipos de variação são passíveis de serem encontrados.

6. REFERÊNCIAS

ADAMS, D. C.; ROHLF, F. J. Ecological character displacement in *Plethodon*: biomechanical differences found from a geometric morphometric study. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 97, n. 8, p. 4106-4111, 2000.

AFIK, D.; KARASOV, W. H. The trade-offs between digestion rate and efficiency in warblers and their ecological implications. **Ecology**, New York, v. 76, p. 2247-2257, 1995.

AGASHE, D.; BOLNICK, D. I. Intraspecific genetic variation and competition interact to influence niche expansion. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 277, p. 2915-2924, 2010.

ALMEIDA-NETO, M.; GUIMARÃES, P.; GUIMARÃES-JÚNIOR, P. R.; LOYOLA, R. D.; ULRICH, W. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. **Oikos**, Copenhagen, v. 117, p. 1227-1239, 2008.

ALMEIDA-NETO, M.; ULRICH, W. A straightforward computational approach for measuring nestedness using quantitative matrices. **Environmental Modelling & Software**, Amsterdam, v. 26, p. 173-178, 2010.

ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Viena, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ANDERSON, A. M.; HAUKOS, D. A.; ANDERSON, J. T. Diet composition of three anurans from the Playa Wetlands of Northwest Texas. **Copeia**, Lawrence, v. 1999, n. 515-520, 1999.

ARAÚJO, M. S.; BOLNICK, D. I.; LAYMAN, C. A. The ecological causes of individual specialization. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 14, p. 948-958, 2011.

ARAÚJO, M. S.; BOLNICK, D. I.; MARTINELLI, L. A.; GIARETTA, A. A.; DOS REIS, S. F. Individual-level diet variation in four species of Brazilian frogs. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 78, p. 848-856, 2009.

ARAÚJO, M. S.; COSTA-PEREIRA, R. Latitudinal gradients in intraspecific ecological diversity. **Biology Letters**, London, v. 9, n. 6, p. 1-4, 2013.

ARAÚJO, M. S.; DOS REIS, S. F.; GIARETTA, A. A.; MACHADO, G.; BOLNICK, D. I. Intrapopulation diet variation in four

frogs (Leptodactylidae) of the Brazilian Savannah. **Copeia**, Lawrence, v. 4, p. 855-865, 2007.

ARAÚJO, M. S.; GUIMARÃES-JÚNIOR, P. R.; SVANBÄCK, R.; PINHEIRO, A., GUIMARÃES, P.; DOS REIS, S. F.; BOLNICK, D. I. Network analysis reveals contrasting effects of intraspecific competition on individual versus population diets. **Ecology**, New York, v. 89, p. 1981-1993, 2008.

ARAÚJO, M. S.; LANGERHANS, R. B.; GIERT, S. T.; LAYMAN, C. A. Ecosystem fragmentation drives increased diet variation in an endemic livebearing fish of the Bahamas. **Ecology and Evolution**, Sheffield, n. 4, v. 16, p. 3298-3308, 2014.

ARAÚJO, M. S.; MARTINS, E. G.; CRUZ, L. D.; FERNANDES, F. R.; LINHARES, A. X.; DOS REIS, S. F.; GUIMARÃES-JÚNIOR, P. R. Nested diets: a novel pattern of individual-level resource use. **Oikos**, Copenhagen, v. 119, p. 81-88, 2010.

BALLESTEROS, Y.; POLIDORI, C.; TORMOS, J.; BAÑOS-PICÓN, L.; ASÍS, J. D. complex-to-predict generational shift between nested and clustered organization of individual prey networks in digger wasps. **Plos One**, San Francisco, n. 9, v. 7, p. 1-9, 2014.

BARBOSA, A. S.; DE OLIVEIRA, M.; LEAL, A. L.; VON MÜHLEN, C.; SPINDLER, C. S.; SOLÉ, M. Diet of *Hypsiboas leptolineatus* (Braun and Braun, 1977) (Amphibia: Anura: Hylidae) during the breeding season. **Herpetology Notes**, Pisa, v. 7, p. 505-508, 2014.

BENARD, M. F.; MAHER, J. M. Consequences of intraspecific niche variation: phenotypic similarity increases competition among recently metamorphosed frogs. **Oecologia**, Heidelberg, v. 166, p. 585-592, 2011.

BOLNICK, D. I.; AMARASEKARE, P.; ARAÚJO, M. S.; BÜRGER, R.; LEVINE, J. M.; NOVAK, M.; RUDOLF, V. H. W.; SCHREIBER, S. J.; URBAN, M. C.; VASSEUR, D. A. Why intraspecific trait variation matters in community ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 26, p. 183-192, 2011.

BOLNICK, D. I.; SVANBÄCK, R.; ARAÚJO, M. S.; PERSSON, L. Comparative support for the niche variation hypothesis that more generalized populations also are more heterogeneous. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 104, n. 24, p. 10075-10079, 2007.

BOLNICK, D. I.; SVANBÄCK, R.; FORDYCE, J. A.; YANG, L. H.; DAVIS, J. M.; HULSEY, C. D. The ecology of individuals:

incidence and implications of individual specialization. **The American Naturalist**, Chicago, v. 161, p. 1-28, 2003.

BRITO, L.; AGUIAR, F.; CASCON, P. Diet composition and activity patterns of *Odontophrynus carvalhoi* Savage and Cei, 1965 (Anura, Cycloramphidae) from a humid tropical rainforest in Northeastern Brazil. **South American Journal of Herpetology**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 55-61, 2012.

BURROWS, M. T.; HUGHES, R. N. Variation in foraging behavior among individuals and populations of dog whelks, *Nucella lapillus*: natural constraints on energy intake. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 60, p. 497-514, 1991.

CANTOR, M.; PIRES, M. M.; LONGO, G. O.; GUIMARÃES-JÚNIOR, P. R.; SETZ, E. Z. F. Individual variation in resource use by opossums leading to nested fruit consumption. **Oikos**, Copenhagen, v. 122, p. 1085-1093, 2013.

DA ROSA, I.; CANAVERO, A.; MANEYRO, R.; CAMARGO, A. Trophic niche variation and individual specialization in *Hypsiboas pulchellus* (Duméril and Bibron, 1841) (Anura, Hylidae) from Uruguay. **South American Journal of Herpetology**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 98-106, 2011.

DALL, S. R. X.; BELL, A. M.; BONICK, D. I.; RATNIEKS, F. L. W. An evolutionary ecology of individual differences. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 15, p. 1189-1198, 2012.

DÁTTOLO, J. C. S. S.; CHAPMAN, C. A.; RICO-GRAY, V. Highly nested diets in intrapopulation monkey-resource food webs. **American Journal of Primatology**, Illinois, v. 76, p. 670-678, 2014.

DOEBELI, M.; BLOK, H. J.; LEIMAR, O.; DIECKMANN, U. Multimodal pattern formation in phenotype distributions of sexual populations. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 274, p. 347-357, 2007.

DORMANN, C. F.; GRUBER, B.; FRUEND, J. Introducing the bipartite Package: analyzing ecological networks. **R news** v. 8, n. 2, 8-11, 2008.

DRAY, S.; DUFOUR, A. B. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. **Journal of Statistical Software**, Los Angeles, v. 22, n. 4, p. 1-20, 2007.

ESTES, J. A.; RIEDMAN, M. L.; STAEDLER, M. M.; TINKER, M. T.; LYON, B. E. Individual variation in prey selection by sea otters: patterns, causes and implications. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 72, p. 144-155, 2003.

FROST, D. R. **Amphibian Species of the World**: an online reference. 2015. Versão 6.0. Disponível em <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. Acesso em: 10 novembro 2015.

HUGHES, A. R.; INOUE, B. D.; JOHNSON, M. T.; UNDERWOOD, N.; VELLEND, M. Ecological consequences of genetic diversity. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 11, p. 609-623, 2008.

KATO, A.; WATANUKI, Y.; NISHIUMI, I.; KUROKI, M.; SHAUGHNESSY, P.; NAITO, Y. Variation in foraging and parental behavior of king cormorants. **The Auk**, Albuquerque, v. 117, p. 718-730, 2000.

KWET, A. The genus *Pseudis* (Anura: Pseudidae) in Rio Grande do Sul, southern Brazil, with description of a new species. **Amphibia-Reptilia**, Leiden, v. 21, p. 39-55, 2000.

KWET, A.; LINGNAU, R.; DI-BERNARDO, M. **Pró-Mata: Anfíbios da Serra Gaúcha, sul do Brasil – Amphibien der Serra Gaúcha, Südbrasilien – Amphibians of the Serra Gaúcha, South of Brazil**. Germany: Brasilien-Zentrum, University of Tübingen, 2010. 148 p.

LÓPEZ, J. A.; SCARABOTTI, P. A.; MEDRANO, M. C.; GHIRARDI, R. Is the red spotted green frog *Hypsiboas punctatus* (Anura: Hylidae) selecting its preys? The importance of prey availability. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 57, n. 3, p. 847-857, 2009.

MANEYRO, R.; NAYA, D. E.; ROSA, I.; CANAVERO, A.; CAMARGO, A. Diet of the South American frog *Leptodactylus ocellatus* (Anura, Leptodactylidae) in Uruguay. **Iheringia Série Zoológica**, Porto Alegre, v. 94, n. 1, p. 57-61, 2004.

MARTINS, E. G.; ARAÚJO, M. S.; BONATO, V.; DOS REIS, S. F. Sex and season affect individual-level diet variation in the Neotropical marsupial *Gracilinanus microtarsus* (Didelphidae). **Biotropica**, Maiden, v. 40, n. 1, p. 132-135, 2008.

MIRANDA, T.; EBNER, M.; SOLÉ, M.; KWET, A. Spatial, seasonal and intrapopulation variation in the diet of *Pseudis cardosoi* (Anura: Hylidae) from the Araucaria plateau of Rio Grande do Sul, Brazil. **South American Journal of Herpetology**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 121-130, 2006.

MOLEÓN, M.; SEBASTIÁN-GONZÁLEZ, E.; SÁNCHEZ-ZAPATA, J. A.; REAL, J.; PIRES, M. M.; GIL-SÁNCHEZ, J. M.; BAUTISTA, J.; PALMA, L.; BAYLE, P.; GUIMARÃES-JR, P. R.; BEJA, P. Changes in intrapopulation resource use patterns of an endangered raptor in response to a disease-mediated crash in prey

abundance. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 81, n. 6, p. 1154-1160, 2012.

NEWSOME, S. D.; TINKER, M. T.; GILL, V. A.; HOYT, Z. N.; DOROFF, A.; NICHOL, L.; BODKIN, J. L. The interaction of intraspecific competition and habitat on individual diet specialization: a near range-wide examination of sea otters. **Oecologia**, Heidelberg, v. 178, n. 1, p. 45-59, 2015.

OKSANEN, J.; BLANCHET, G. B.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; WAGNER, H. vegan: **Community Ecology Package**. R package version 2.3-0, 2015.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA-JÚNIOR, V. P.; MASSIGNAN, A. M.; PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F. V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, CD-ROM, 2002.

PIRES, M. M.; GUIMARÃES, P. R.; ARAÚJO, M. S.; GIARETTA, A. A.; COSTA, J. C. L.; DOS REIS, S. F. The nested assembly of individual-resource networks. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 80, p. 896-903, 2011.

POLIDORI, C.; SANTORO, D.; BLÜTHGEN, N. Does prey mobility affect niche width and individual specialization in hunting wasps? A network-based analysis. **Oikos**, Copenhagen, v. 122, n. 3, p. 385-394, 2013.

POLIS, G. A. Age structure component of niche width and intraspecific resource partitioning: can age-groups function as ecological species? **The American Naturalist**, Chicago, v. 123, p. 541-564, 1984.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2015. Disponível em <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 12 junho 2015.

ROHLF, F. J.; MARCUS, L. F. A revolution in morphometrics. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, v. 8, p. 129-132, 1993.

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 Zoológica**, Porto Alegre, v. 94, n. 4, p. 433-438, 2004.

SANZ-AGUILAR, A.; JOVANI, R.; MELIÁN, C. J.; PRADEL, R.; TELLA, J. L. Multi-event capture-recapture analysis reveals individual foraging specialization in a generalist species. **Ecology**, New York, v. 96, n. 6, p. 1650-1660, 2015.

SCHOENER, T. W. The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. **Ecology**, New York, v. 49, p. 704-726, 1968.

SCHOENER, T. W. Theory of feeding strategies. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, Palo Alto, v. 2, p. 369-404, 1971.

SCHOENER, T. W. Resource Partitioning. In: Kikkawa, J.; Anderson, D. J. (Ed.) **Community Ecology: pattern and process**. Boston: Blackwell Scientific, 1986. p. 91-126.

SCHRIEVER, T. A.; WILLIAMS, D. D. Ontogenetic and individual diet variation in amphibian larvae across an environmental gradient. **Freshwater Biology**, London, v. 58, p. 223-236, 2013.

SILVA, H. R.; BRITTO-PEREIRA, M. C. How much fruit do fruit-eating frogs eat? An investigation on the diet of *Xenohyla truncata* (Lissamphibia: Anura: Hylidae). **Journal of Zoology**, London, v. 270, p. 692-698, 2006.

SILVA, H. R.; BRITTO-PEREIRA, M. C.; CARAMASCHI, U. Frugivory and seed dispersal by *Hyla truncata*, a Neotropical tree-frog. **Copeia**, Lawrence, v. 1989, p. 785-794, 1989.

SMITH, T. B.; SKÚLASON, S. Evolutionary significance of resource polymorphism in fishes, amphibians, and birds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 27, p. 111-133, 1996.

SNOWBERG, L. K.; HENDRIX, K. M.; BOLNICK, D. I. Covarying variances: more morphologically variable populations also exhibit more diet variation. **Oecologia**, Heidelberg, v. 178, p. 89-101, 2015.

SOLÉ, M.; BECKMANN, O.; PELZ, B.; KWET, A.; ENGELS, W. Stomach-flushing for diet analysis in anurans: an improved protocol evaluated in a case study in Araucaria forests, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Tübingen, v. 40, n. 1, p. 23-28, 2005.

SOLÉ, M.; PELZ, B. Do male tree frogs feed during the breeding season? Stomach flushing of five syntopic hylid species in Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Natural History**, London, v. 41, n. 41-44, p. 2757-2763, 2007.

SOLÉ, M.; RÖDDER, D. Dietary assessments of adult amphibians. In: Dodd-Junior, C. K. (Ed.). **Amphibian ecology and conservation: a handbook of techniques**. Oxford: Oxford University Press, 2010. p. 167-184.

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**, Campinas, v. 12, n.1, p. 99-104, 2012.

SVANBÄCK, R.; BOLNICK, D. I. Intraspecific competition affects the strength of individual specialization: an optimal diet theory model. **Evolutionary Ecology Research**, Tucson, v. 7, p. 993-1012, 2005.

SVANBÄCK, R.; EKLÖV, P. Morphology dependent foraging efficiency in perch: a trade-off for ecological specialization? **Oikos**, Copenhagen, v. 102, p. 273-284, 2003.

TINKER, M. T.; BENTALL, G.; ESTES, J. A. Food limitation leads to behavioral diversification and dietary specialization in sea otters. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 105, p. 560-565, 2008.

TINKER, M. T.; GUIMARÃES, P. R.; NOVAK, M.; MARQUITTI, F. M. D.; BODKIN, J. L.; STAEDLER, M.; BENTALL, G.; ESTES, J. A. Structure and mechanism of diet specialization: testing models of individual variation in resource use with sea otters. **Ecology Letters**, Montpellier, v. 15, p. 475-483, 2012.

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

VAN VALEN, L. Morphological variation and width of ecological niche. **The American Naturalist**, Chicago, v. 99, p. 377-390, 1965.

VIANNA, L. F.; DA SILVA, E. B.; MASSIGNAM, A. M.; NECKEL-OLIVEIRA, S. Aplicações de descritores de heterogeneidade ambiental na seleção de áreas para sistemas de parcelas amostrais: um estudo de caso para a determinação de hotspots potenciais de biodiversidade. **Geografia**, Londrina, v. 40, n. 2, p. 211-239, 2015.

WACHLEVSKI, M.; DE SOUZA, P. H. C.; KOPP, K.; ETEROVICK, P. C. Microhabitat use and feeding habits of *Crossodactylus bokermanni* Caramaschi and Sazima, 1985 (Anura, Hylodidae) at a site in south-eastern Brazil. **Journal of Natural History**, London, v. 42, n.19, p. 1421-1434, 2008.

WERNER, E. E.; MITTELBACH, G. G.; HALL, D. J. The role of foraging profitability and experience in habitat use by the bluegill sunfish. **Ecology**, New York, v. 62, p. 116-125, 1981.

WEST, L. Prey selection by the tropical snail *Thais melones*: a study of interindividual variation. **Ecology**, New York, v. 69, p. 1839-1854, 1988.

ZACCARELLI, N.; MANCINELLI, G.; BOLNICK, D. I. RInSp: an R package for the analysis of individual specialization in resource use. **Methods in Ecology and Evolution**, London, v. 4, n. 11, p. 1018-1023, 2013.

7. APÊNDICES

Apêndice 1. Táxons que compuseram a dieta de *Hypsiboas leptolineatus* (n = 27), *Pseudis cardosoi* (n = 48) e *Scinax granulatus* (n = 53) em uma área de floresta com Araucárias do Parque Nacional de São Joaquim, Urubici-SC, representados pelo número de itens consumidos e suas proporções (entre parênteses) para cada espécie. AD: adulto; IM: imago; LV: larva; NI: não identificado; NF: ninfa; OP: operária; PP: pupa; RP: reprodutivo.

Categorias de presas	Espécies		
	<i>H. leptolineatus</i>	<i>P. cardosoi</i>	<i>S. granulatus</i>
ANNELIDA			
Hirudinoidea	-	9 (0,01)	-
CRUSTACEA			
Isopoda	10 (0,04)	-	-
Gammaridea	-	6 (0,01)	1 (0,01)
ARACHNIDA			
Acari	3 (0,01)	7 (0,01)	7 (0,05)
Amblypygi	-	-	1 (0,01)
Araneae	17 (0,07)	16 (0,01)	13 (0,10)
Opiliones	-	1 (0,00)	-
COLLEMBOLA			
NI	5 (0,02)	10 (0,01)	-
Entomobryidae	6 (0,03)	-	-
Poduridae	1 (0,00)	25 (0,02)	-
Sminthuridae	-	1 (0,00)	-
Isotomidae	1 (0,00)	-	-
INSECTA			
NI	10 (0,04)	70 (0,06)	8 (0,06)
Blattaria	-	8 (0,01)	6 (0,05)
Coleoptera			
NI AD	5 (0,02)	29 (0,02)	7 (0,05)
NI LV	1 (0,00)	4 (0,00)	-
Carabidae	-	1 (0,00)	-
Chrysomelidae	4 (0,02)	7 (0,01)	1 (0,01)
Coccinellidae LV	-	-	1 (0,01)
Cucujidae	-	1 (0,00)	-
Curculionidae	-	3 (0,00)	-
Dryopidae	-	180 (0,15)	-
Dytiscidae AD	-	1 (0,00)	-
Dytiscidae LV	-	2 (0,00)	-
Elateridae	5 (0,02)	3 (0,00)	1 (0,01)
Hydrophilidae AD	1 (0,00)	2 (0,00)	-
Hydrophilidae LV	-	12 (0,01)	-
Mycetophagidae	-	2 (0,00)	-
Ptilodactylidae	-	1 (0,00)	-
Scarabeidae			
Rutelinae	-	1 (0,00)	-
Staphylinidae			
Oxytelinae	-	4 (0,00)	-
Pselaphinae	1 (0,00)	-	1 (0,01)
Diptera			
Brachycera			
NI AD	3 (0,01)	-	-
NI LV	1 (0,00)	-	-
NI PP	1 (0,00)	-	-

Apêndice 1. Continuação.

Acalypratae			
NI	3 (0,01)	57 (0,05)	4 (0,03)
Drosophilidae	1 (0,00)	-	-
Empididae	1 (0,00)	6 (0,01)	-
Muscidae	3 (0,01)	5 (0,00)	-
Phoridae	-	1 (0,00)	-
Stratiomyidae	-	-	-
Syrphidae	-	1 (0,00)	-
Tabanidae	-	1 (0,00)	-
Nematocera			
Bibionidae	-	4 (0,00)	-
Cecidomyiidae	2 (0,01)	1 (0,00)	-
Ceratopogonidae	-	14 (0,01)	-
Chaoboridae	-	1 (0,00)	-
Chironomidae			
NI	3 (0,01)	35 (0,03)	-
NI LP	-	1 (0,00)	-
NI PP	-	11 (0,01)	1 (0,01)
Chironominae			
NI	7 (0,03)	36 (0,03)	3 (0,02)
NI PP	5 (0,02)	67 (0,06)	-
<i>Polypedium (Tripodura) AD</i>	4 (0,02)	3 (0,00)	-
<i>Polypedium (Tripodura) PP</i>	3 (0,01)	-	-
<i>Zavreliella</i>	1 (0,00)	1 (0,00)	-
Orthoclaadiinae	-	6 (0,01)	-
Tanypodinae			
NI AD	1 (0,00)	3 (0,00)	-
NI LV	-	1 (0,00)	-
NI PP	1 (0,00)	5 (0,00)	-
<i>Ablabesmyia</i>	-	2 (0,00)	-
Corethrellidae			
<i>Corethrella</i>	-	-	2 (0,02)
Limoniidae	1 (0,00)	1 (0,00)	-
Psychodidae	2 (0,01)	-	-
Tipulidae	1 (0,00)	2 (0,00)	1 (0,01)
Ephemeroptera			
Bethidae	-	34 (0,03)	-
Leptophlebiidae	-	4 (0,00)	-
Hemiptera			
Auchenorrhyncha			
Cicadellidae	17 (0,07)	22 (0,02)	3 (0,02)
Fulgoromorpha	1 (0,00)	-	1 (0,01)
Heteroptera			
NI	9 (0,04)	17 (0,01)	4 (0,03)
Anthocoridae	-	1 (0,00)	-
Belastomatidae	-	21 (0,02)	-
Coreidae	-	2 (0,00)	-
Corixidae	-	4 (0,00)	-
Hydrometridae	1 (0,00)	4 (0,00)	-
Lygaeidae	1 (0,00)	-	-
Miridae	5 (0,02)	2 (0,00)	-
Nabidae	3 (0,01)	1 (0,00)	-
Notonectidae	-	2 (0,00)	-
Thaumastocoridae	-	1 (0,00)	-
Veliidae	-	2 (0,00)	-

Apêndice 1. Continuação.

Sternorrhyncha			
Aphidoidea	2 (0,01)	10 (0,01)	1 (0,01)
Hymenoptera			
NI	-	6 (0,01)	1 (0,01)
Apidae	-	14 (0,01)	-
Chalcidoidea			
NI	-	2 (0,00)	1 (0,01)
Mymaridae	-	1 (0,00)	-
Ichneumonoidea			
Ichneumonidae	1 (0,00)	3 (0,00)	-
Braconidae	4 (0,02)	13 (0,01)	-
Vespoidea			
NI	-	12 (0,01)	1 (0,01)
Formicidae			
NI OP	3 (0,01)	11 (0,01)	-
Formicinae			
NI RP	-	4 (0,00)	-
<i>Camponotus</i> RP	1 (0,00)	13 (0,01)	-
<i>Camponotus</i> OP	1 (0,00)	10 (0,01)	-
<i>Myrmelachista</i> OP	-	-	1 (0,01)
Myrmicinae			
NI RP	-	4 (0,00)	-
NI OP	-	1 (0,00)	-
<i>Pheidole</i> RP	-	2 (0,00)	-
<i>Pheidole</i> OP	1 (0,00)	1 (0,00)	-
<i>Trachymyrmex</i> RP	-	1 (0,00)	-
<i>Solenopsis</i> OP	1 (0,00)	1 (0,00)	1 (0,01)
<i>Wasmannia</i> OP	-	1 (0,00)	-
Ponerinae			
<i>Hypoponera</i> RP	-	1 (0,00)	-
Pseudomyrmecinae			
<i>Pseudomyrmex</i> RP	-	1 (0,00)	-
Vespidae	-	4 (0,00)	-
Isoptera RP	13 (0,05)	52 (0,04)	-
Lepidoptera AD	6 (0,03)	6 (0,01)	1 (0,01)
Lepidoptera LV	3 (0,01)	1 (0,00)	2 (0,02)
Mantodea	1 (0,00)	1 (0,00)	-
Odonata			
NI	-	4 (0,00)	-
Anisoptera			
NI	-	2 (0,00)	-
NI NF	-	5 (0,00)	-
Libellulidae AD	-	4 (0,00)	-
Libellulidae NF	-	5 (0,00)	-
Zygoptera AD	-	13 (0,01)	-
Zygoptera NF	-	13 (0,01)	-
Orthoptera	4 (0,02)	5 (0,00)	2 (0,02)
Plecoptera			
Perlidae	-	1 (0,00)	-
Gripopterygidae	1 (0,00)	-	-
Psocoptera	1 (0,00)	-	-
Trichoptera			
NI	3 (0,01)	18 (0,02)	1 (0,01)
Calamoceratidae <i>Phylloichus</i>	-	2 (0,00)	-
Hydroptilidae AD	5 (0,02)	10 (0,01)	-
Hydroptilidae LV	-	3 (0,00)	-

Apêndice 1. Continuação.

MOLUSCA			
Gastropoda	1 (0,00)	8 (0,01)	2 (0,02)
ANURA			
<i>Hypsiboas prasinus</i> IM	-	1 (0,00)	-
<i>Dendropsophus minutus</i>	-	2 (0,00)	-
<i>Dendropsophus minutus</i> IM	-	10 (0,01)	-
PLANTAE			
Gramineae semente	34 (0,14)	96 (0,08)	52
TOTAL ITENS	237	1166	132

Apêndice 2. Script utilizado no programa R para a realização das análises deste trabalho.

```
#####
#      Análises de variação individual na dieta de Hypsiboas leptolineatus (hl),
#      Pseudis cardosoi (pc) e Scinax granulatus (sg)
#####

# Pacotes para as análises

library(RInSp)
library(ade4)
library(vegan)
library(bipartite)

# Carregando os dados em objetos do RInSp

hl = import.RInSp(read.table(file.choose(), h = T), row.names = 1, info.cols =
c(1:10), data.type = "integer")
pc = import.RInSp(read.table(file.choose(), h = T), row.names = 1, info.cols =
c(1:11), data.type = "integer")
sg = import.RInSp(read.table(file.choose(), h = T), row.names = 1, info.cols =
c(1:10), data.type = "integer")

# Sobreposição de dieta entre fêmeas e machos de pc

# Matriz com apenas os valores de abundância de cada item consumido;
#fêmeas[1:34]; machos[35:65]
pc.diet = read.table(file.choose())

# Índice de Similaridade Proporcional (PS) entre fêmeas e machos, utilizando a
#média das proporções dos itens consumidos por sexo
pc.ps.fm = 1-0.5*(
      sum(
        abs(
          apply(
            rbind(
              (apply(import.RInSp(pc.diet)$proportions[1:34,], 2, mean)),
              (apply(import.RInSp(pc.diet)$proportions[35:65,], 2, mean))
            ), 2, diff
          )
        )
      )
    )
  )
)
```

```

# Geração de 10.000 matrizes a partir do sorteio (com reposição) de machos e
#fêmeas separadamente
repl = 10000
pack.mat.null = list()
  for (i in 1:repl)
    {
      f = pc.diet[sample(1:nrow(pc.diet[1:34,]), size=34,
replac= T),]
      m = pc.diet[sample(1:nrow(pc.diet[35:65,]), size=31,
replac= T),]
      mat.null = rbind(f,m)
      pack.mat.null[[i]] = mat.null
    }

# Valores de PS entre fêmeas e machos de cada matriz aleatorizada
pc.ps.null = rep(NA, repl)
  for (i in 1:repl)
    {
      ps.null = 1-0.5*(
        sum(
          abs(
            apply(
              rbind(
                (apply(import.RInSp(pack.mat.null[[i]])$proportions[1:34,], 2, mean)),
                (apply(import.RInSp(pack.mat.null[[i]])$proportions[35:65,], 2, mean))
              ), 2, diff
            )
          )
        )
      )
      pc.ps.null[i] = ps.null
    }

# Cálculo do valor de p de PSobs a partir dos valores de PSnull (null >= obs)
pc.ps.fm.p = sum(pc.ps.null <= pc.ps.fm)/10000

# Cálculo do índice E de especialização individual e Cws de modularidade para as
#três espécies

# E e Cws para hl
hl.e = Emc(hl, popd.type = "average", index = "saramaki", replicates = 10000)
mean(hl.e$montecarlo[-1, 4]) #Média de Cws null

```

```

# E e Cws para pc
pc.e = Emc(pc, popd.type = "average", index = "saramaki", replicates = 1000)
mean(pc.e$montecarlo[-1, 4]) #Média de Cws null

# E e Cws para sg
sg.e = Emc(sg, popd.type = "average", index = "saramaki", replicates = 10000)
mean(sg.e$montecarlo[-1, 4]) #Média de Cws null

# Testes do efeito da morfologia na dieta de hl

# Matriz de distância Euclidiana dos valores de PS dos indivíduos par a par
hl.ps = as.dist(Eindex(hl, jackknife = T)$PS)

# PCA das variáveis morfométricas log-transformadas (CRC, CC, CM, LB)
hl.pca = princomp(log(hl$info[ , 5:8]), cor = T)

# Matriz de distância Euclidiana dos scores da PCA relacionado à variação de
# tamanho (PC1)
hl.pc1 = vegdist(hl.pca$scores[ , 1], method = "euclidean")

# Matriz de distância Euclidiana dos scores da PCA relacionado à variação de forma
# (PC2-PC4)
hl.pc2 = vegdist(hl.pca$scores[ , 2], method = "euclidean")
hl.pc3 = vegdist(hl.pca$scores[ , 3], method = "euclidean")
hl.pc4 = vegdist(hl.pca$scores[ , 4], method = "euclidean")

# Teste de correlação entre PS e PC1
hl.pc1.ps = mantel.rtest(hl.ps, hl.pc1, nrepet = 10000)

# Teste de correlação entre PS e PC2
hl.pc2.ps = mantel.rtest(hl.ps, hl.pc2, nrepet = 10000)

# Teste de correlação entre PS e PC3
hl.pc3.ps = mantel.rtest(hl.ps, hl.pc3, nrepet = 10000)

# Teste de correlação entre PS e PC4
hl.pc4.ps = mantel.rtest(hl.ps, hl.pc4, nrepet = 10000)

# Testes do efeito da morfologia na dieta de pc

# Matriz de distância Euclidiana dos valores de PS dos indivíduos par a par
pc.ps = as.dist(Eindex(pc, jackknife = T)$PS)

# PCA das variáveis morfométricas (CRC, CC, CM, LB)

```

```

pc.pca = princomp(log(pc$infol , 6:9]), cor = T)

# Matriz de distância Euclidiana dos scores da PCA relacionado à variação de
# tamanho (PC1)
pc.pc1 = vegdist(pc.pca$scores[ , 1], method = "euclidean")

# Matriz de distância Euclidiana dos scores da PCA relacionado à variação de
# forma (PC2-PC4)
pc.pc2 = vegdist(pc.pca$scores[ , 2], method = "euclidean")
pc.pc3 = vegdist(pc.pca$scores[ , 3], method = "euclidean")
pc.pc4 = vegdist(pc.pca$scores[ , 4], method = "euclidean")

# Teste de correlação entre PS e PC1
pc.pc1.ps = mantel.rtest(pc.ps, pc.pc1, nrepet = 10000)

# Teste de correlação entre PS e PC2
pc.pc2.ps = mantel.rtest(pc.ps, pc.pc2, nrepet = 10000)

# Teste de correlação entre PS e PC3
pc.pc3.ps = mantel.rtest(pc.ps, pc.pc3, nrepet = 10000)

# Teste de correlação entre PS e PC4
pc.pc4.ps = mantel.rtest(pc.ps, pc.pc4, nrepet = 10000)

# Testes do efeito da morfologia na dieta de S. granulatus

# Matriz de distância Euclidiana dos valores de PS dos indivíduos par a par
sg.ps = as.dist(Eindex(sg, jackknife = T)$PS)

# PCA das variáveis morfométricas (CRC, CC, CM, LB)
sg.pca = princomp(log(sg$infol , 5:8]), cor = T)

# Matriz de distância Euclidiana dos scores da PCA relacionado à variação de
# tamanho (PC1)
sg.pc1 = vegdist(sg.pca$scores[ , 1], method = "euclidean")

# Matriz de distância Euclidiana dos scores da PCA relacionado à variação de forma
#(PC2-PC4)
sg.pc2 = vegdist(sg.pca$scores[ , 2], method = "euclidean")
sg.pc3 = vegdist(sg.pca$scores[ , 3], method = "euclidean")
sg.pc4 = vegdist(sg.pca$scores[ , 4], method = "euclidean")

# Teste de correlação entre PS e PC1
sg.pc1.ps = mantel.rtest(sg.ps, sg.pc1, nrepet = 10000)

```

```

# Teste de correlação entre PS e PC2
sg.pc2.ps = mantel.rtest(sg.ps, sg.pc2, nrepet = 10000)

# Teste de correlação entre PS e PC3
sg.pc3.ps = mantel.rtest(sg.ps, sg.pc3, nrepet = 10000)

# Teste de correlação entre PS e PC4
sg.pc4.ps = mantel.rtest(sg.ps, sg.pc4, nrepet = 10000)

# Valor do Índice NODF para hl

# Valor observado de NODF
hl.b = read.delim(file.choose(), row.names = 1)
hl.nodf = nested(hl.b, method = "NODF", rescale = F, normalized = F)

# Comparando com a distribuição nula
repl = 10000
hl.c = import.RInSp(read.table(file.choose(), h = T), row.names = 1, data.type =
"integer")
hl.n.dat = MCp.RInSp(hl.c, replicates = repl, pop.diet = "average")
hl.n.dat.nodf = c()
  for (i in 1:repl)
    {
      hl.n.dat.nodf = c(
        hl.n.dat.nodf, nested(
          hl.n.dat[, , i],
          method = "NODF", rescale = F, normalised = F
        )
      )
    }

# Média dos valores nulos de NODF
mean(hl.n.dat.nodf)

# Valor de p de NODF (null >= obs)
hl.nodf.p = sum(hl.n.dat.nodf >= hl.nodf)/10000

# Valor do Índice WNODF para hl

# Valor observado de WNODF
hl.wnodf = nested(hl.b, method = "weighted NODF", rescale = F, normalised = F)

# Comparando com a distribuição nula
repl = 10000

```

```

hl.n.dat.wnodf = c()
  for (i in 1:repl)
    {
      hl.n.dat.wnodf = c(
        hl.n.dat.wnodf, nested(
          hl.n.dat[, , i], method =
"weighted NODF", rescale = F, normalised = F
        )
      )
    }

# Média dos valores nulos de WNODF
mean(hl.n.dat.wnodf)

# Valor de p de WNODF (null >= obs)
hl.wnodf.p = sum(hl.n.dat.wnodf >= hl.wnodf)/10000

# Valor do Índice NODF para pc

# Valor observado de NODF
pc.b = read.delim(file.choose(), row.names = 1)
pc.nodf = nested(pc.b, method = "NODF", rescale = F, normalised = F)

# Comparando com a distribuição nula
repl = 10000
pc.c = import.RInSp(read.table(file.choose(),h = T), row.names = 1, data.type =
"integer")
pc.n.dat = MCp.RInSp(pc.c, replicates = repl, pop.diet = "average")
pc.n.dat.nodf = c()
  for (i in 1:repl)
    {
      pc.n.dat.nodf = c(
        pc.n.dat.nodf, nested(
          pc.n.dat[, , i], method =
"NODF", rescale = F, normalised = F
        )
      )
    }

# Média dos valores nulos de NODF
mean(pc.n.dat.nodf)

# Valor de p de NODF (null >= obs)
pc.nodf.p = sum(pc.n.dat.nodf >= pc.nodf)/10000

```

```

# Valor do Índice WNODF para pc

# Valor observado de WNODF
pc.wnodf = nested(pc.b, method = "weighted NODF", rescale = F, normalised = F)

# Comparando com a distribuição nula
repl = 10000
pc.n.dat.wnodf = c()
  for (i in 1:repl)
    {
      pc.n.dat.wnodf = c(
        pc.n.dat.wnodf, nested(
          pc.n.dat[ , , i], method =
"weighted NODF", rescale = F, normalised = F
        )
      )
    }

# Média dos valores nulos de WNODF
mean(pc.n.dat.wnodf)

# Valor de p de WNODF (null >= obs)
pc.nodf.p = sum(pc.n.dat.wnodf >= pc.wnodf)/10000

# Valor do Índice NODF para sg

# Valor observado de NODF
sg.b = read.delim(file.choose(), row.names = 1)
sg.nodf = nested(sg.b, method = "NODF", rescale = F, normalised = F)

# Comparando com a distribuição nula
repl = 10000
sg.c = import.RInSp(read.table(file.choose(),h = T), row.names = 1, data.type =
"integer")
sg.n.dat = MCp.RInSp(sg.c, replicates = repl, pop.diet = "average")
sg.n.dat.nodf = c()
  for (i in 1:repl)
    {
      sg.n.dat.nodf = c(
        sg.n.dat.nodf, nested(
          sg.n.dat[ , , i], method =
"NODF", rescale = F, normalised = F
        )
      )
    }

```

```

    }

# Média dos valores nulos de NODF
mean(sg.n.dat.nodf)

# Valor de p de NODF (null >= obs)
sg.nodf.p = sum(sg.n.dat.nodf >= sg.nodf)/10000

# Valor do Índice WNODF para pc

# Valor observado de WNODF
sg.wnodf = nested(sg.b, method = "weighted NODF", rescale = F, normalised = F)

# Comparando com a distribuição nula
repl = 10000
sg.n.dat.wnodf = c()
  for (i in 1:repl)
    {
      sg.n.dat.wnodf = c(
        sg.n.dat.wnodf, nested(
          sg.n.dat[, , i], method =
"weighted NODF", rescale = F, normalised = F
        )
      )
    }

# Média dos valores nulos de WNODF
mean(sg.n.dat.wnodf)

# Valor de p de WNODF (null >= obs)
sg.wnodf.p = sum(sg.n.dat.wnodf >= sg.wnodf)/10000

# Matrizes de indivíduos-recursos

visweb(pc.b, type = "none", prednames = F, preynames = F, plotsize = 20,
square="black", box.border="black")
visweb(sg.b, type = "none", prednames = F, preynames = F, plotsize = 20,
square="black", box.border="black")
visweb(hl.b, type = "none", prednames = F, preynames = F, plotsize = 20, square =
"black", box.border = "black")

```

Apêndice 3. Histórico de captura dos indivíduos de *Hypsiboas leptolineatus* (HL), *Pseudis cardosoi* (PC) e *Scinax granulatus* (SG) ao longo de cada campanha (C1 – C7) realizadas no Parque Nacional de São Joaquim, Município de Urubici-SC. X: indicativo de quando um indivíduo foi capturado; V: indivíduo capturado com estômago vazio.

Indivíduo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
HL01	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X V	V X X	0 0 0
HL02	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X V X	0 0 0	X 0 0
HL03	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X X	0 0 0	0 0 0
HL04	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X V V	0 0 0	0 0 0
HL05	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X V X	0 0 0	0 0 0
HL06	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X V V	0 0 0	0 0 0
HL07	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X 0	0 0 0	0 0 0
HL08	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X V	0 X 0	0 0 0
HL09	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X V 0	0 V V	X X 0
HL10	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X X	0 X 0	X 0 0
HL11	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 X	0 0 0	0 0 0
HL12	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X X	0 0 0
HL13	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X X	0 0 0
HL14	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X X	0 X 0
HL15	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X X	0 0 0
HL16	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X 0 0	0 0 0
HL17	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X X	0 0 0
HL18	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X V	0 0 0
HL19	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X V V	X X 0
HL20	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 X V	0 0 0
HL21	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 X X	0 0 0
HL22	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X V 0
HL23	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X 0 0
HL24	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X X
HL25	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X 0
HL26	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X X
HL27	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 X
PC01	0 0 0	X 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0

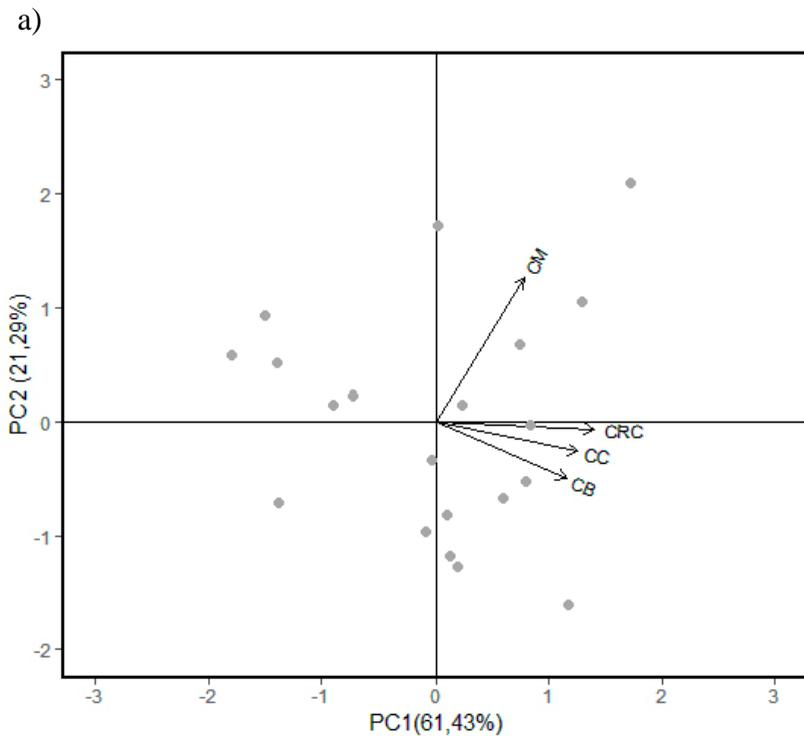
Apêndice 3. Continuação.

PC34	0	0	0	0	0	0	0	V	0	0	X	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0
PC35	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC36	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC37	0	0	0	0	0	0	0	0	X	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC38	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0
PC39	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	0	0	0	X	0	0	0	V	0	0
PC40	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC41	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0
PC42	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0
PC48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0
PC55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	X	0	0	0	0	0	0
PC57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	V	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PC58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	0	0	0	0	0	0	0
PC59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0
PC60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0
PC61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	X	0	0	0
PC62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0
PC63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	0	0	0
PC64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0	0	V	0	0

Apêndice 3. Continuação.

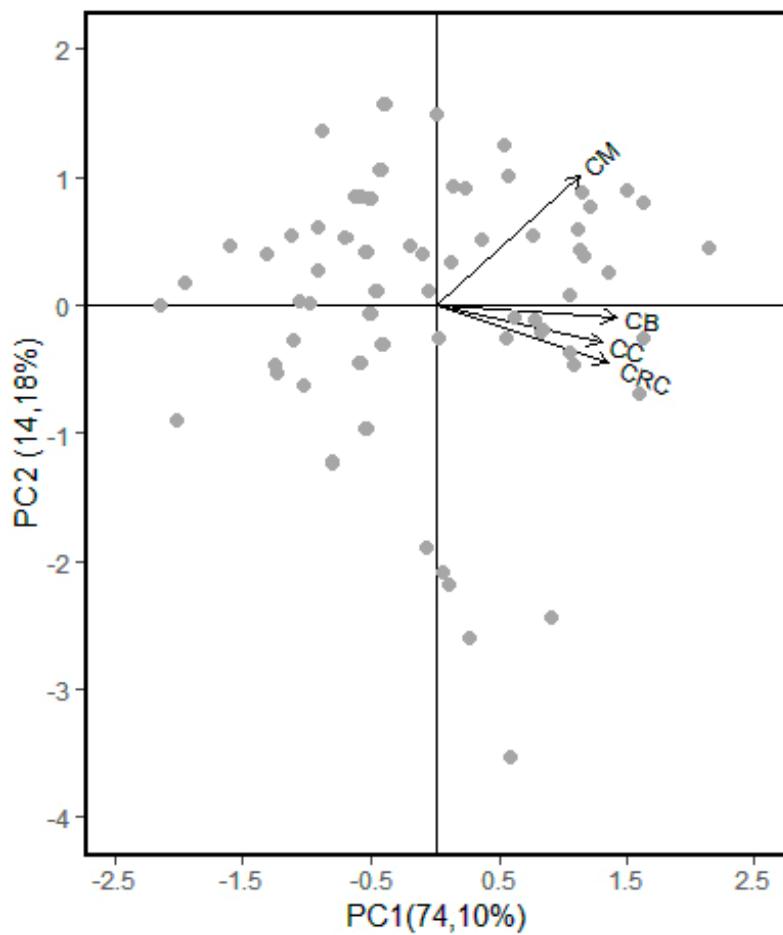
SG45	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X 0 0	0 0 0	0 0 0
SG46	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 X 0	0 0 0	0 0 0
SG47	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	V X V	0 0 0	0 0 0
SG48	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X X V	0 0 0	0 0 0
SG49	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X 0 0	0 0 0	0 0 0
SG50	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	X 0 X	0 0 0	X 0 0
SG51	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 X 0	0 0 0	0 0 0
SG52	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 V V	0 0 0	0 0 0
SG53	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 X	0 0 0	0 0 0

Apêndice 4. Análise de Componentes Principais das variáveis morfológicas medidas dos indivíduos de *Hypsiboas leptolineatus* (a), *Pseudis cardosoi* (b) e *Scinax granulatus* (c). CB: comprimento da boca; CC: comprimento da cabeça; CM: comprimento da mandíbula; CRC: comprimento rostro-cloacal.



Apêndice 4. Continuação.

b)



Apêndice 4. Continuação.

c)

