

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ZOOLOGIA)

CÁSSIO RACHID MEIRELES DE ALMEIDA SIMÕES

**A ESTRUTURA DA TAXOCENOSE E A PARTIÇÃO DO NICHOS ACÚSTICO
ENTRE ANFÍBIOS ANUROS EM UMA ÁREA DE FLORESTA ATLÂNTICA**

JOÃO PESSOA

2014

CÁSSIO RACHID MEIRELES DE ALMEIDA SIMÕES

**A ESTRUTURA DA TAXOCENOSE E A PARTIÇÃO DO NICHOS ACÚSTICO
ENTRE ANFÍBIOS ANUROS EM UMA ÁREA DE FLORESTA ATLÂNTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Zoologia, do Centro de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Gustavo H. Calazans Vieira

Coorientador: Frederico G. Rodrigues França

JOÃO PESSOA

2014

S593e Simões, Cássio Rachid Meireles de Almeida.
A estrutura da taxocenose e a participação do nicho
acústico entre anfíbios anuros em uma área de floresta
atlântica / Cássio Rachid Meireles de Almeida Simões.- João
Pessoa, 2014.
72f. : il.
Orientador: Gustavo H. Calazans Vieira
Coorientador: Frederico G. Rodrigues França
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN
1. Zoologia. 2. Anura. 3. Estrutura de taxocenose.
4. Bioacústica. 5. Nicho acústico.

UFPB/BC

CDU: 59(043)

CÁSSIO RACHID MEIRELES DE ALMEIDA SIMÕES

**A ESTRUTURA DA TAXOCENOSE E A PARTIÇÃO DO NICHOS ACÚSTICO
ENTRE ANFÍBIOS ANUROS EM UMA ÁREA DE FLORESTA ATLÂNTICA**

Data da Defesa: 24/out/2014

Prof. Dr. Gustavo H. C. Vieira (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Rafael Márquez (Avaliador Externo)
Museo Nacional de Ciencias Naturales (Espanha)

Prof. Dr. Rogério Bastos (Avaliador Externo)
Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Diego Santana (Suplente Externo)
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Daniel Mesquita (Suplente Interno)
Universidade Federal da Paraíba

JOÃO PESSOA

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao PPGCB-Zoologia pela oportunidade e assistência.

Agradeço também à CAPES, à UFPB e ao CCEN pelo incentivo, financiamento, espaço e demais fatos que possibilitaram a execução desse projeto.

Ao IBAMA pela licença de coleta concedida.

À Japungu Agroindustrial S/A e toda sua equipe por sua autorização, logística e seu suporte importantíssimos para a execução desse projeto. Especialmente ao “Seu” Albertino, Antônio Campos, Gerino, Teodoreto e todos os outros que de maneira direta ou indireta contribuíram para tornar minhas estadias sempre agradáveis.

Sou eternamente grato à minha família, em especial aos meus pais, Vera e Mário Simões, pelo apoio nas minhas decisões, ajudarem de maneiras possíveis e impossíveis, brincadeiras, piadas e toda a confiança depositada em mim. Ao meu Tio Pedro e sua família, que em um momento em que eu não tinha mais opções solucionaram meus problemas. Não tenho palavras para agradecer-los!

Aos meus orientadores e amigos, Gustavo Vieira, Carlos de Araújo e Frederico França, pelos puxões de orelha, confiança, apoio, conversas e, principalmente, pelos conhecimentos passados.

Também agradeço a todos os meus amigos pelas conversas, cafés, brincadeiras e ajudas. Em especial à Bruna (que tanto me ajudou e foi preterida na primeira versão dessa dissertação), Pedro, Matheus, Libélula, Everton, Laura, Layla, Mauro, Amui, Felipe Araújo, Francis, Jeffer, Israel, Carol, Renato, Fagner, Edinaldo, Diego, Sarah, Well, Aninha e Edilson pelas ajudas em campo, nas identificações dos materiais e/ou na triagem e análise dos dados. Também à Shaka, Bella, Robério, Ricardo, Jean, Jéssica, Guga, Yúren, Anderson ‘Bunecu’ e tantos outros que não foram citados, porém não deixam de ser importantes para mim.

Aos meus mestres. Todos os professores que através de suas aulas, conversas particulares e pensamentos tanto contribuíram para a minha formação como profissional e minha realização pessoal. Em especial ao Adrian Garda, que teve a gentileza de me ceder gravações de espécies que eu tinha a possibilidade de encontrar em minha área de estudo, gravações importantíssimas para a identificação de muitas espécies que encontrei.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAB	Altura da Cabeça
CCAB	Comprimento da Cabeça
CCx	Comprimento da Coxa
CHUFPB	Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba
Cpe	Comprimento do Pé
CPO	Ordenação Filogenética Canônica (<i>Canonical Phylogenetic Ordination</i>)
CRU	Comprimento Rostro Uróstilo
Ctib	Comprimento da Tíbia
DFA	Análise Discriminante (<i>Discriminant Function Analysis</i>)
DIN	Distância Inter Narinas
DIOL	Distância Inter Olhos
DIOrb	Distância Inter Orbitas
DmOL	Diâmetro do Olho
DON	Distância Olho Narina
Dtimp	Diâmetro do Tímpano
LCAB	Largura da Cabeça
M	Massa
PC	Componentes Principais (<i>Principal Components</i>)
PCA	Análise de Componentes Principais (<i>Principal Component Analysis</i>)
RPPN Gargaú	Reserva Particular do Patrimônio Natural Engenho Gargaú

RESUMO

A maneira como as taxocenoses se estruturam pode ser considerada reflexo de eventos recentes (p.e., interações ecológicas ou disponibilidade de recursos), bem como dos fatores históricos (como eventos evolutivos). Essa partilha de recursos pode ser estudada por meio de morfometria, dieta, microhábitats ou mesmo dados acústicos das espécies. A presente dissertação aborda a temática de estrutura de taxocenose e a partição de nicho para anfíbios anuros por meio de: (1) caracteres morfométricos e ecológicos (dieta e microhabitat) e (2) caracteres bioacústicos. Para a primeira, foram coletados dados de 598 indivíduos, distribuídos entre 30 espécies. Os resultados das análises mostram que a taxocenose não se encontra estruturada em relação aos dados de microhabitat, porém existe uma maior competição entre espécies filogeneticamente próximas. Já para os dados de dieta, a taxocenose encontra-se estruturada, mostrando que as espécies evitam a competição. Além disso foi possível observar conservantismo filogenético para morfometria, para o nicho alimentar e o nicho de microhabitat. Esses dados mostram que as espécies coexistem pois particionam o nicho em, ao menos, alguma dimensão e que, ao menos em parte, a ocupação de determinados nichos está relacionada com a história evolutiva das espécies de anuros encontradas. Para a segunda abordagem, relacionada aos caracteres acústicos dos cantos de anúncio dos anuros, foram coletados dados individuais de 16 espécies. Os resultados das análises realizadas demonstram que a maioria das espécies apresentaram diferenças entre si, apresentando características minimamente distintas a fim de evitar a sobreposição. Esses resultados corroboram, para a maior parte das espécies, nossa hipótese que o nicho acústico encontra-se particionado, apoiando outros trabalhos que afirmam que o sinal acústico é espécie-específico e, portanto, apresentará características diferentes entre as espécies.

Palavras-chave: Anura; Estrutura de taxocenose; Bioacústica; Nicho acústico.

ABSTRACT

The structure of assemblages may be the result of recent events (*e.g.*, ecological interactions or resources availability), as well as historical factors (like evolutionary events). The segregation of resources may be analyzed by morphometric, dietary, microhabitats, and even acoustical data. This thesis aims to test hypotheses related to the structure of an anuran assemblage and related niche segregation by using: (1) morphometric and ecological (dietary and microhabitat) data and (2) bioacoustical data. For the first approach, we collected data from 598 individuals, from 30 species. The results showed that the assemblage is not structured in terms of microhabitat usage. However, competition among phylogenetic related species is pronounced. Besides, the assemblage presents structure regarding dietary data. This result supports the existence of avoidance by competition within the studied assemblage. The effect of phylogenetic niche conservatism is also observed for the usage of microhabitat, and for morphometric and dietary variables. Based on that, we state that the species may coexist because they segregate their niche, at least in one dimension, and that the use of some specific niche component are related to their evolutionary history. For the second approach – using acoustical variables collected from advertisement calls – it was collected data from 15 species. The result has demonstrated that the majority of species present acoustic differences in their calls. The results support our hypothesis of acoustic niche partitioning (at least moderately), corroborating other studies which assert that the acoustical niche occupancy is species-specific.

Keywords: Anura; Assemblage Structure; Bioacoustic; Acoustic Niche.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	8
ÁREA DE ESTUDO	9
REFERÊNCIAS	10
CAPÍTULO I: A ESTRUTURAÇÃO DE UMA TAXOCENOSE DE ANUROS EM UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA.....	12
1.1. INTRODUÇÃO	13
1.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
1.2.1. COLETA DE DADOS	15
1.2.2. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	16
1.3. RESULTADOS.....	17
1.3.1. COMPOSIÇÃO DA TAXOCENOSE	17
1.3.2. MICROHÁBITAT	18
1.3.3. DIETA.....	22
1.3.4. MORFOMETRIA	25
1.4. DISCUSSÃO	26
REFERÊNCIAS	31
ANEXOS	35
CAPÍTULO II: O ESPAÇO ACÚSTICO E SUA REPARTIÇÃO PELAS ESPÉCIES DE ANUROS DE UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA	43
2.1. INTRODUÇÃO	44
2.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	47
2.2.1. COLETA DE DADOS	47
2.2.2. ANÁLISES DAS GRAVAÇÕES	47
2.2.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	48
2.3. RESULTADOS.....	49
2.3.1. A DIMENSÃO ESPECTRAL DO ESPAÇO ACÚSTICO	50
2.3.2. O CÓDIGO NO ESPAÇO ACÚSTICO.....	51
2.3.3. A DIMENSÃO ESPACIAL DO ESPAÇO ACÚSTICO	62
2.3.4. A DIMENSÃO TEMPORAL DO ESPAÇO ACÚSTICO.....	64
2.4. DISCUSSÃO	65
REFERÊNCIAS	68
CONCLUSÃO GERAL	72

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente são descritas 6449 espécies de anfíbios anuros no mundo, sendo que apenas o Brasil abriga 938 espécies (AMPHIBIAWEB, 2014). Esse fato contribui para colocar o Neotrópico como a região do mundo que apresenta a maior diversidade para esse grupo, cerca de 44% dos anuros observados no mundo (DUELLMAN, 1988). Taxocenoses da Mata Atlântica nordestina apresentam em média 24 espécies coexistentes (BUARQUE & MOURA, 2011; CALDAS, 2014. Com. pessoal; LEITE FILHO, 2013; LIMA *et al.*, 2011; SANTOS, 2011; SILVA & MOURA, 2011). Tendo em conta que essa grande riqueza de espécies coexistente, é válido perguntar: quais mecanismos garantem a coexistência de um número tão elevado de espécies?

Sabe-se que as variações de fatores bióticos e abióticos condicionam a ocorrência das diferentes espécies em uma localidade (HUTCHINSON, 1957). Tal como definido por HUTCHINSON (1957), o nicho é o hipervolume n-dimensional ocupado pela espécie, sendo as dimensões desse hipervolume as condições bióticas e abióticas que afetam a abundância da espécie. Assim diversas dimensões irão condicionar a ocorrência das espécies e, dentre elas, podemos citar o nicho espacial, temporal, alimentar (PIANKA, 1973) e, especialmente para espécies que fazem uso da comunicação sonora, o nicho acústico (LITTLEJOHN, 1977; POMBAL JR., 2010).

Espera-se que espécies coexistentes não ocupem nichos totalmente sobrepostos, pois uma sobreposição total seria competição direta por recursos, o que, provavelmente, levaria a extinção local de uma das espécies competidoras (GAUSE, 1934; HARDIN, 1960; HUTCHINSON, 1957), já que segundo o Princípio da Exclusão Competitiva (HARDIN, 1960), espécies que apresentam sobreposição total de nicho não podem coexistir. Além do mais, deve-se ter em mente que espécies filogeneticamente próximas tendem a ocupar nichos igualmente próximos, dado que pela ancestralidade comum essas espécies possuiriam semelhanças morfológicas e ecológicas (DARWIN, 1859). Assim, espera-se que espécies congêneras apresentem uma competição muito mais acirrada por recursos do que em relação a espécies mais distantes filogeneticamente. Com base nisso imagina-se que as espécies que coexistem em uma mesma taxocenose deverão apresentar nichos minimamente diferentes para que as mesmas possam coexistir.

Esse trabalho, de maneira geral, busca entender a coexistência entre as espécies da taxocenose de anuros presentes na Usina Japungu, Santa Rita-PB com base na partição de recursos alimentares, espaciais (microhábitat), bioacústicos e características morfométricas.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, localizada em Santa Rita-PB, distante cerca de 40 km de João Pessoa-PB, e pertencente à Japungu Agroindustrial S/A (Usina Japungu), apresenta vários fragmentos de Floresta Atlântica circundados por canaviais. Os fragmentos de mata da região, em sua maioria, margeiam rios e são entremeados por áreas alagadas e abertas (FIALHO & GONÇALVES, 2008; MONTENEGRO, 2011). Inseridas na região fitoecológica da Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2004), a área tem uma altitude abaixo de 80 metros (FIALHO & GONÇALVES, 2008), apresentando clima quente e úmido com temperatura média anual em torno dos 25 °C (FIALHO & GONÇALVES, 2008; MONTENEGRO, 2011). Com base em dados obtidos do banco de dados do Proclima (PROCLIMA, 2012), observa-se uma média pluviométrica mensal variando de 18.68 mm (novembro) à 282.75 mm (junho). Observa-se também uma queda abrupta de índices pluviométricos entre os meses de agosto e setembro (252.73 e 62.16 mm, respectivamente), marcando assim o final da estação chuvosa, que tem seu início de maneira mais sutil: 142.01 mm em março e 189.21 mm em abril (MONTENEGRO, 2011) (As médias mensais foram calculadas com base em dados diários de pluviosidade de janeiro de 1999 à dezembro de 2011, exceto os anos de 2005 e 2006).

Foram escolhidos cinco pontos para a realização das buscas ativas com base em acessibilidade e presença de corpos d'água (Figura I.1) lóticos (Rio Pirucaia, Rio Vermelho 1, 2 e 3) ou lênticos (Lagoa Encantada) no intuito de aumentar a chance de se amostrar a maior parte das espécies presentes na área. Além de terem sido instaladas armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps*) no maior fragmento de mata presente na região, a RPPN Gargaú.

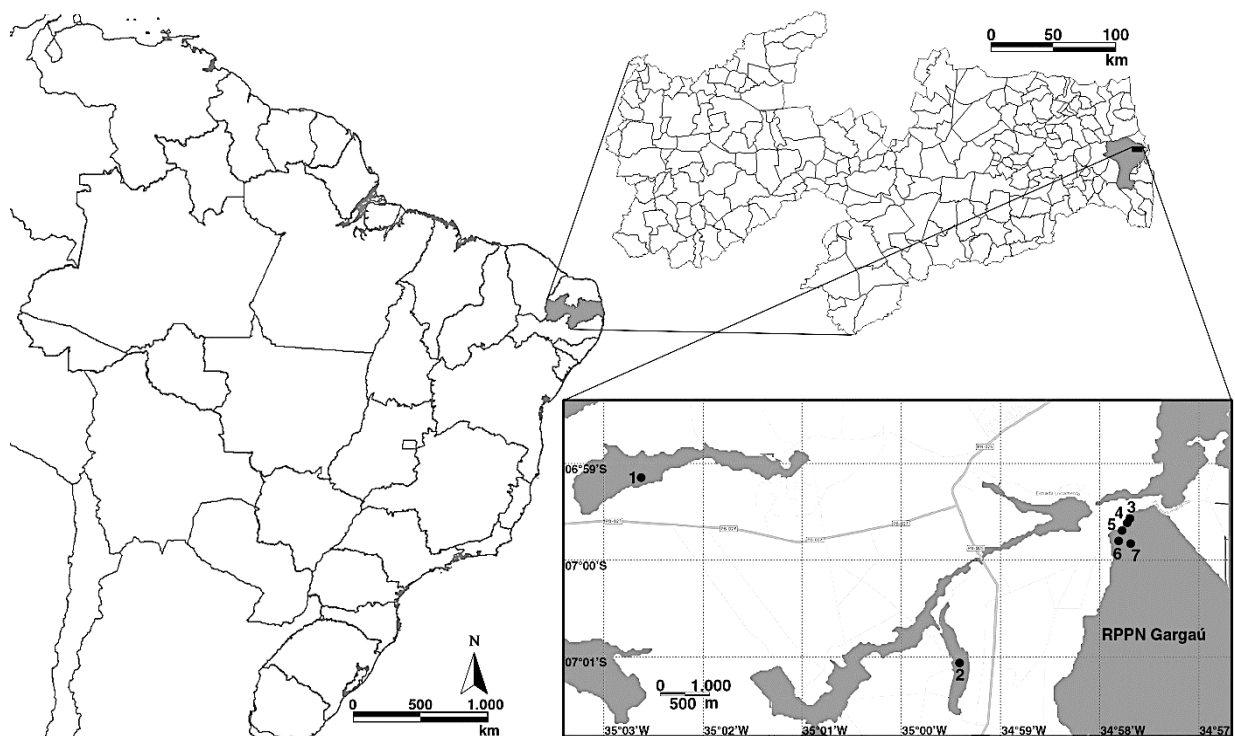


Figura I.1: Mapa da área de estudo com os pontos de coleta em destaque. 1=Lagoa Encantada; 2=Rio Pirucaia; 3=Rio Vermelho 3; 4= Rio Vermelho 1; 5= Rio Vermelho 2; 6=Início dos *pitfalls*; 7=Final dos *pitfalls*.

REFERÊNCIAS

- AMPHIBIAWEB. 2014. **Information on amphibian biology and conservation. [web application]**. <http://amphibiaweb.org/> Accessed 27.ago.2014.
- BUARQUE, D. V. & MOURA, J. G. J. B. D. 2011. Anurofauna da cidade de Barreiros, remanescente de Mata Atlântica - Nordeste do Brasil - PE. In: G. J. B. d. Moura, E. M. d. Santos, M. A. B. d. Oliveira & M. C. C. Cabral (eds.) *Herpetologia no estado de Pernambuco*. Ibama, Brasília.
- CALDAS, F. 2014. Riqueza de Anuros da Rebio Guaribas. Com. Pessoal.
- DARWIN, C. 1859. **On The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. John Murray, London.
- DUELLMAN, W. E. 1988. Patterns of species diversity in anuran amphibians in the american tropics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 79-104.
- FIALHO, M. D. S. & GONÇALVES, G. F. 2008. Primatas da RPPN Gargaú, Paraíba, Brasil. *Neotropical Primates* 15: 5.
- GAUSE, G. F. 1934. **The Struggle for Existence**. Willians and Wilkins, Baltimore.
- HARDIN, G. 1960. The Competitive Exclusion Principle. *Science* 131: 1292-1297.
- HUTCHINSON, G. 1957. Concluding Remarks. In: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. p 415-427.
- IBGE. 2004. Mapa de vegetação do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro.
- LEITE FILHO, E. 2013. **Estrutura de uma taxocenose de anfíbios anuros em fragmento urbano de floresta atlântica no extremo leste da região neotropical**. Dissertação (Mestrado), Universidade federal da Paraíba, João Pessoa-PB.

- LIMA, R. O. *et al.* 2011. Abundância, riqueza e especificidade microambiental da anurofauna em açude permanente, Nazaré da Mata - PE. In: G. J. B. d. Moura, E. M. d. Santos, M. A. B. d. Oliveira & M. C. C. Cabral (eds.) *Herpetologia no estado de Pernambuco*. Ibama, Brasília.
- LITTLEJOHN, M. J. 1977. Long-range Acoustic Communication in Anurans: An integrated and Evolutionary Approach. In: D. H. Taylor & S. I. Guttman (eds.) *Reproductive Biology of Anphibians*. p 263-294. Plenum Press, New York.
- MONTENEGRO, M. M. V. 2011. **Ecologia de *Cebus flavius* (Schreber, 1774), em remanescentes de Mata Atlântica no estado da Paraíba**. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PIANKA, E. R. 1973. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** 4: 53 - 74.
- POMBAL JR., J. P. 2010. O Espaço Acústico em uma Taxocenose de Anuros (Amphibia) do Sudeste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional** 68: 135-144.
- PROCLIMA. 2012. **Programa de monitoramento climático em tempo real da Região Nordeste**. INPE/CPTEC <http://www6.cptec.inpe.br/proclima/>
- SANTOS, E. M. D. 2011. Anfíbios anuros do Refúgio Ecológico Charles Darwin, Igarassu, Pernambuco, Brasil. In: G. J. B. d. Moura, E. M. d. Santos, M. A. B. d. Oliveira & M. C. C. Cabral (eds.) *Herpetologia no estado de Pernambuco*. Ibama, Brasília.
- SILVA, R. G. E. & MOURA, G. G. B. D. 2011. Abundância, riqueza e especificidade microambiental da anurofauna no complexo da Mata Atlântica de Aldeia (PE). In: G. J. B. d. Moura, E. M. d. Santos, M. A. B. d. Oliveira & M. C. C. Cabral (eds.) *Herpetologia no estado de Pernambuco*. Ibama, Brasília.

CAPÍTULO I

A ESTRUTURAÇÃO DE UMA TAXOCENOSE DE ANUROS EM UMA ÁREA DE
MATA ATLÂNTICA

1.1. INTRODUÇÃO

A formação de uma comunidade ecológica é um processo histórico que envolve aspectos bióticos e abióticos (BEGON *et al.*, 2006). Se por um lado filtros ambientais podem ser determinantes para a presença de uma espécie em uma comunidade (GRINNELL, 1917), por outro, interações biológicas tal como a competição podem levar a extinções, que, em última instância, determinam a composição de uma comunidade ecológica (BEGON *et al.*, 2006). Espécies com grande sobreposição no uso de recursos devem eliminar-se devido ao princípio da exclusão competitiva (GRINNELL, 1917; HARDIN, 1960). Ademais, espécies persistentes em uma comunidade devem diferir no uso de recurso, de forma que a competição e os efeitos negativos de uma espécie sobre a outra sejam reduzidos (HUTCHINSON, 1957). Esse processo denomina-se a partição de nicho e não é independente da história evolutiva, uma vez que a competição deve ser maior em organismos aparentados e assim morfologicamente semelhantes (DARWIN, 1859). Isso torna o estudo da competição entre grupos aparentados (ou taxocenose *sensu* PIANKA (1973)) especialmente interessante, afinal, as comunidades biológicas devem diferir quanto ao uso de recursos, e grupos filogeneticamente aparentados podem apresentar uma alta sobreposição no seu uso.

Através da verificação da partilha ou segregação de recursos por espécies coexistentes, têm-se a estruturação de uma taxocenose. Taxocenoses estruturadas irão apresentar sobreposições mínimas entre suas espécies visto que as espécies não utilizam os recursos aleatoriamente (MOREIRA, 1993; WINEMILLER & PIANKA, 1990), e a maneira como elas se estruturam pode ser considerado reflexo de eventos recentes (p. ex. interações ecológicas e disponibilidades de recursos), bem como dos fatores históricos das espécies (p. ex. filogenia) (DARWIN, 1859; LOSOS, 1996). PIANKA (1973) descreve três dimensões de nicho básicas para verificar a estruturação das comunidades: 1. Nicho temporal, relacionado ao período de atividade das espécies; 2. Nicho espacial, relativo aos habitats e microhabitats utilizados pelas espécies; 3. Nicho alimentar, referente aos itens alimentares consumidos. Além das dimensões descritas, PIANKA (1973) descreve a possibilidade de interações entre as dimensões, por exemplo, espécies de que apresentam alta sobreposição no nicho de microhabitat, bem como na dieta, porém não sobrepõe o período de atividade. Esse evento pode ser considerado complementaridade de nicho (PIANKA, 1973).

As relações filogenéticas podem ainda ser utilizadas para tentar explicar o padrão de utilização dos recursos nas taxocenoses baseado na conservação filogenética de nicho (LEITE FILHO, 2013; MESQUITA *et al.*, 2006a; MESQUITA *et al.*, 2007; MESQUITA *et al.*, 2006b), o que

justificaria a partição dos recursos na comunidade como reflexo de eventos passados - em outras palavras, o fantasma de uma competição ou adaptação ocorrida no passado (CONNELL, 1980; WEBB *et al.*, 2002). Como exemplo podemos citar o fato de anfíbios Hylidae apresentarem adaptações ao uso do estrato vertical do ambiente, supostamente adquiridas devido a história evolutiva, ao passo que os leptodactylídeos não apresentam essas adaptações e exploram as áreas de solo exposto, buracos, rochas, entre outros ambientes não verticais (CARDOSO *et al.*, 1989).

Trabalhos testando a partição dos recursos nas taxocenoses estão presentes na literatura para diversos grupos, como peixes (WINEMILLER & PIANKA, 1990), aves (TERBORGH *et al.*, 1990; WIENS, 1974), lagartos (MESQUITA *et al.*, 2006a; MESQUITA *et al.*, 2007; MESQUITA *et al.*, 2006b; PIANKA, 1973; WINEMILLER & PIANKA, 1990) e o grupo alvo desse trabalho, anfíbios (DAYRELL, 2009; LEITE FILHO, 2013; PAULA, 2012; PROTÁZIO, 2012).

Os anfíbios são organismos bastante sensíveis às mudanças ambientais, sendo a permeabilidade da pele um fator que contribui fortemente para essa vulnerabilidade (ASSIS, 2012). Atualmente existem 946 espécies de anfíbios descritas para o Brasil, sendo 913 da ordem Anura, o que ajuda a colocar o país em primeiro lugar na lista de países com maior diversidade de herpetofauna do planeta (SBH, 2012). É extremamente importante que ocorram estudos envolvendo esses organismos e sua biologia, distribuição, comportamento, especialmente quando observa-se o fato de que com as mudanças ambientais – principalmente desmatamento, fragmentação e aquecimento global – muitas dessas espécies entram em risco de extinção (BECKER *et al.*, 2007; BECKER *et al.*, 2010; COSTA *et al.*, 2012). VIEIRA *et al.* (2007) afirmam que a Mata Atlântica é o bioma brasileiro melhor estudado com relação aos anuros, porém SANTANA *et al.* (2008) alegam que a porção mais setentrional da Mata Atlântica ainda carece de estudos em relação à herpetofauna, evidenciando a necessidade de estudos nessa região.

Dessa maneira, além de ampliar o conhecimento acerca da história natural dos anuros da Mata Atlântica nordestina (objetivo geral), esse estudo utiliza dados de dieta, microhabitat e morfometria (aqui considerados “recursos”) dos anuros de uma taxocenose juntamente com sua história filogenética para responder as seguintes perguntas (objetivos específicos – hipóteses): Existe um padrão de utilização dos recursos na taxocenose? Existe relação entre a filogenia e o padrão de utilização dos recursos pelas espécies da taxocenose?

1.2. MATERIAIS E MÉTODOS

1.2.1. COLETA DE DADOS

Foram realizadas expedições mensais com duração de seis dias durante o período de um ano (março de 2013 a fevereiro de 2014). Os anuros foram coletados através de buscas ativas limitadas por tempo (das 19:00 às 22:00 h), encontros ocasionais e armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls*). Foram dispostos, em linha, 50 baldes de 30 litros no maior fragmento de mata da região (Figura I.1). Os anuros coletados através de busca ativa e encontro ocasional tinham seus dados de microhabitat e local em que foram coletados registrados. Para todos os métodos de coleta, os indivíduos foram sacrificados com injeções de cloridato de lidocaína à 2%, fixados com formalina à 4%, acondicionados em álcool 70% e depositados na Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba (CHUFPB). Posteriormente, em laboratório, foram coletados os dados de dieta e morfometria.

Os estômagos foram dissecados, abertos e analisados com o auxílio de estereomicroscópio para acessar dados da dieta dos espécimes. Os itens observados foram identificados ao nível de ordem (quando possível), contados e, para presas intactas, medidos seus comprimentos e larguras (com auxílio de paquímetros com 0.01mm de precisão).

A morfometria dos espécimes foi acessada através de paquímetro digital com precisão de 0.01mm, balança digital com precisão de 0.01g e, quando necessário, com auxílio de estereomicroscópio. As variáveis coletadas foram: Massa (M); comprimento rostro-uróstilo (CRU); comprimento da cabeça (CCAB); largura da cabeça (LCAB); altura da cabeça (ACAB); distância inter-orbitas (DIOrb); distância olho-narina (DON); distância inter-narinas (DIN); distância inter-olhos (DIOl); diâmetro do olho (DmOL); diâmetro do tímpano (Dtimp); comprimento da coxa (CCx); comprimento da tíbia (Ctib); Comprimento do pé (Cpe).

A filogenia das espécies presentes na taxocenose foi obtida das hipóteses de PYRON & WIENS (2011) e FAIVOVICH *et al.* (2005). Tal árvore foi utilizada para posterior análise da influência da conservação filogenética de nicho. Os nomes adotados para as espécies seguem o site *AmphibiaWeb* (AMPHIBIAWEB, 2014) e os nomes dos grupos seguem o site *The Taxonomicon* (BRANDS, 1989-present).

A metodologia de coleta de dados foi adaptada de LEITE FILHO (2013), PROTÁZIO (2012) e MESQUITA *et al.* (2006a).

1.2.2. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas com base em LEITE FILHO (2013), PROTÁZIO (2012) e MESQUITA *et al.* (2006a).

Para os dados de microhabitat foi calculada a largura de nicho das espécies, com base no inverso do índice de Simpson (SIMPSON, 1949), e sobreposição de nicho, através do índice de Pianka (PIANKA, 1973). O valor da largura de nicho pode variar de 1 à n (sendo n , no máximo, o número de categorias observadas), no qual as espécies de largura 1 seriam espécies especialistas e as espécies de largura n as mais generalistas. Já a sobreposição de nicho varia de 0 a 1, sendo 0 ausência de sobreposição e 1 sobreposição total. Realizamos também uma ordenação filogenética canônica (CPO) (com 9999 aleatorizações), para acessar a influência da conservação filogenética na comunidade (GIANNINI, 2003), e a análise de pseudo-comunidade, para acessar se a comunidade está estruturada. Na análise de pseudo-comunidade compara-se a média da sobreposição de nicho observada com a de comunidades geradas aleatoriamente, no caso 9999. Se a média observada é estatisticamente menor que a média aleatorizada ($p_{obs \leq esp} \leq 0.05$) pode-se afirmar que a comunidade está estruturada.

Para os dados de dieta foi calculado o índice de importância para estômagos agrupados de cada item por espécie – média entre a porcentagem de estômagos com a categoria, porcentagem numero total de registros da categoria e porcentagem do volume total ocupado pela categoria – para detalhes, ver MESQUITA *et al.* (2006a). Com os índices de importância foram calculadas, assim como descrito anteriormente para microhabitat, as larguras de nicho das espécies, as sobreposições de nicho e foram realizadas uma ordenação filogenética canônica (CPO) e uma análise de pseudo-comunidade.

Utilizando as médias das variáveis morfométricas coletadas, realizamos uma CPO (GIANNINI, 2003) para acessar a influência do conservantismo filogenético na morfologia das espécies.

Adicionalmente realizamos uma estimativa de riqueza baseado na distribuição de espécies por indivíduos através do estimador *Chao1*, bem como a confecção de uma curva de rarefação. O intuito dessas análises foi de verificar a qualidade do esforço realizado.

Através da inserção das formulas no Microsoft Excel (MICROSOFT CORPORATION, 2010), foi calculado o índice de importância dos itens alimentares e as larguras de nicho. Para o cálculo da sobreposição de nicho e a análise de pseudo-comunidade foi utilizado o EcoSim (GOTELLI & ENTSMINGER, 2003) e para a CPO o CANOCO 4.5 (BRAAK & SMIAUER, 2003).

Para estimar a riqueza da taxocenose e realizar a curva de rarefação foi utilizado o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) através do pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2013).

1.3. RESULTADOS

1.3.1. COMPOSIÇÃO DA TAXOCENOSE

Foram coletados 598 indivíduos distribuídos entre 30 espécies pertencentes a 6 famílias (Tabela 1.1). As espécies estão distribuídas na filogenia de acordo com o apresentado na Figura 1.2. De acordo com a curva de rarefação, nosso esforço se apresenta adequado para representar a taxocenose (Figura 1.1), sendo estimadas 33 espécies pelo estimador *Chao1*.

Tabela 1.1: Lista das espécies coletadas na taxocenose estudada. N_{ind} = Número de indivíduos coletados; N_{est} = Número de indivíduos com informação de dieta (excluídos estômagos vazios e apenas com substância amorfa).

Família	Espécie	N _{ind}	N _{est}
Bufonidae			
	<i>Rhinella crucifer</i>	31	23
	<i>Rhinella granulosa</i>	4	4
	<i>Rhinella jimi</i>	27	25
Craugastoridae			
	<i>Pristimantis ramagii</i>	49	23
Hylidae			
	<i>Dendropsophus branneri</i>	17	4
	<i>Dendropsophus minutus</i>	68	16
	<i>Dendropsophus oliveirai</i>	3	2
	<i>Dendropsophus soaresi</i>	10	1
	<i>Dendropsophus nanus</i>	1	0
	<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	19	5
	<i>Hypsiboas raniceps</i>	6	4
	<i>Hypsiboas semilineatus</i>	1	0
	<i>Phyllomedusa nordestina</i>	39	17
	<i>Scinax eurydice</i>	22	7
	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	3	0
	<i>Scinax nebulosus</i>	8	5
	<i>Scinax x-signatus</i>	16	6
Leptodactylidae			
	<i>Leptodactylus fuscus</i>	14	4
	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	32	28
	<i>Leptodactylus marmoratus</i>	4	2
	<i>Leptodactylus natalensis</i>	40	21

Família	Espécie	N _{ind}	N _{est}
	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	33	11
	<i>Leptodactylus vastus</i>	29	26
	<i>Physalaemus albifrons</i>	4	4
	<i>Physalaemus cuvieri</i>	22	14
	<i>Pleurodema diplolister</i>	3	3
	<i>Pseudopaludicola sp.</i>	8	4
Microhylidae			
	<i>Dermatonotus muelleri</i>	1	0
	<i>Elachistocleis cesarii</i>	17	5
Ranidae			
	<i>Lithobates palmipes</i>	67	45

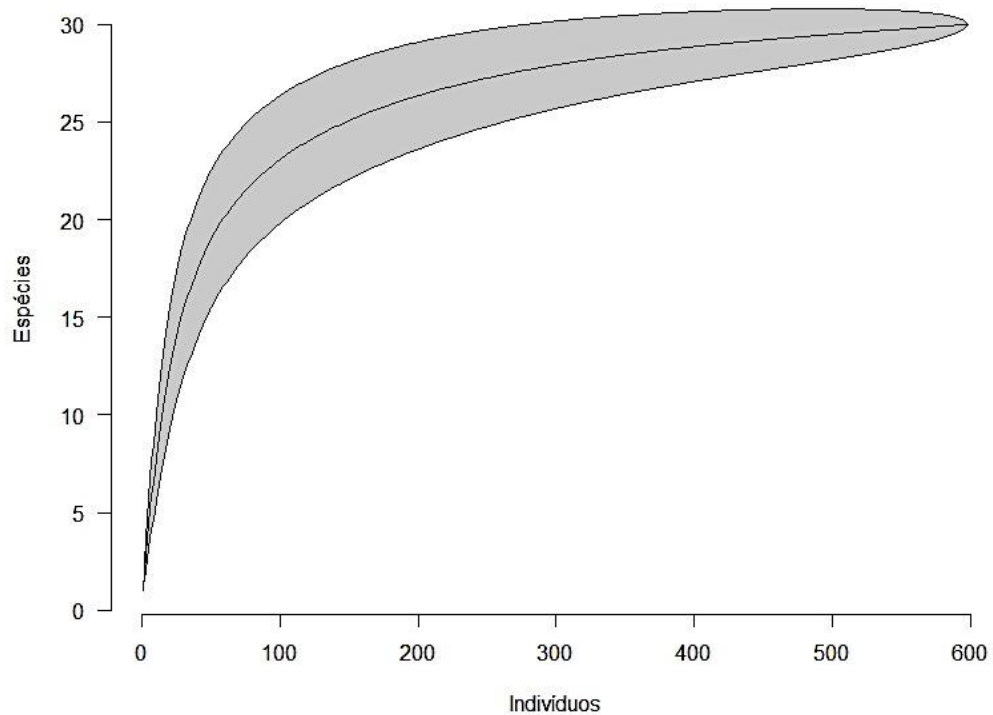


Figura 1.1: Curva de rarefação da taxocenose estudada. A linha central representa os valores observados e as linhas externas o desvio padrão.

1.3.2. MICROHÁBITAT

Foram observados 14 diferentes categorias de microhábitats utilizados (ver Anexo 1.1), sendo solo exposto, herbácea, vegetação emergente e arbusto as mais utilizados pelos indivíduos da taxocenose com, respectivamente, 35.89%, 17%, 10.79% e 10.4% das ocorrências. Solo exposto foi mais utilizado pelas espécies das famílias Bufonidae (61.29%

das ocorrências da família), Craugastoridae (55.31%), Leptodactylidae (66.92%), Microhylidae (77.78%) e Ranidae (51.61%). Já as espécies da família Hylidae utilizaram mais os seguintes microhabitats: Herbáceas (36.5%), Vegetação emergente (21.67%) e Arbustos (20.7%) (Anexo 1.1).

A largura de nicho para microhabitat variou de 1 (*Dendropsophus nanus*; *D. oliveirai*; *Dermatonotus muelleri*; *Hypsiboas semilineatus*; *Physalaemus cuvieri*; *Pleurodema diplolister*) a 6.125 (*Scinax x-signatus*), indicando que as espécies com largura igual à 1 são as mais especialistas e *S. x-signatus* a mais generalista, no que se refere ao uso dos microhabitats observados (Anexo 1.1).

A análise de pseudo-comunidade mostrou uma média de sobreposição de nicho igual à 0.326, o que não diferiu das comunidades aleatórias ($p_{obs \leq esp} = 0.9997$), indicando que a taxocenose não está estruturada em relação ao uso de microhabitat - ou seja, as espécies não competem por recursos. No que se refere à sobreposição de nicho entre as espécies, observou-se uma variação de 0 a 1 (Tabela 1.3). As famílias que apresentaram mais de uma espécie obtiveram uma média de sobreposição de 0.7 (Bufonidae), 0.4 (Hylidae), 0.6 (Leptodactylidae) e 0.95 (Microhylidae), valores esses que demonstram certa competição por recursos entre as espécies das famílias. Da mesma maneira, é possível observar a ausência de sobreposição (média de 0.06) entre Hylidae e as outras famílias (Bufonidae, Craugastoridae, Leptodactylidae, Microhylidae e Ranidae), bem como sobreposição (média de 0.71) entre as famílias (desconsiderando Hylidae), de maneira geral.

Quando se comparou o padrão de uso de microhabitats (Anexo 1.1), levando em consideração as histórias evolutivas das espécies presentes na taxocenose (Figura 1.2), observou-se que o padrão de uso dos microhabitats sofre influência dos fatores históricos (Tabela 1.2). Os clados que apresentaram conservação filogenética de nicho foram os clados que representam os táxons de Hylidae (Clado F, G, J, P, O e N; $p \leq 0.001$) e dos leptodactyliformes (*sensu* FROST *et al.* (2006); Clados R, U e Y; $p < 0.001$, para R e U, e $p = 0.044$, Y). Os clados mais basais (F e R) explicam respectivamente 25.98% e 18.17% da variação dos dados e separam a taxocenose em duas guildas: 1. A guilda das espécies que utilizam o estrato vertical (Clado F); 2. A guilda das espécies que utilizam o estrato horizontal (Clado R).

Tabela 1.2: Resultados da Ordenação Filogenética Canônica (CPO) realizada com os dados de microhabitat. A variação total dos dados foi igual à 3.176. As espécies presentes nos clados estão descritas na Figura 1.2.

Clado	<i>F</i>	<i>p</i>	Variação explicada	%explicada
F	8.148	0.0001	0.825	25.98
G	7.083	0.0001	0.739	23.27
R	5.247	0.0002	0.577	18.17
J	4.475	0.0002	0.504	15.87
P	4.438	0.0004	0.501	15.77
O	4.132	0.0005	0.471	14.83
N	3.662	0.0007	0.423	13.32
U	3.357	0.0010	0.392	12.34
Q	2.393	0.0628	0.288	9.07
H	2.234	0.0519	0.270	8.50
Y	1.967	0.0440	0.240	7.56
W	1.835	0.1048	0.225	7.08
V	1.702	0.1108	0.210	6.61
Z	1.577	0.1389	0.195	6.14
I	1.459	0.2455	0.181	5.70
AC	1.449	0.2211	0.180	5.67
AB	1.197	0.3095	0.150	4.72
C	1.186	0.3023	0.149	4.69
K	1.149	0.3315	0.144	4.53
M	1.091	0.3256	0.137	4.31
B	1.033	0.3891	0.130	4.09
D	1.033	0.3896	0.130	4.09
L	1.035	0.3856	0.130	4.09
E	0.961	0.4610	0.121	3.81
S	0.777	0.5368	0.099	3.12
T	0.660	0.5841	0.084	2.64
AA	0.556	0.6962	0.071	2.24
X	0.548	0.7011	0.070	2.20

Tabela 1.3: Índice de sobreposição de nicho calculado para microhabitat (Negrito) e dieta. “-” representa índices não calculados por ausência de informação de dieta; Dbr=*Dendropsophus branneri*; Dmi=*D. minutus*; Dna=*D. nanus*; Dol=*D. oliveirai*; Dso=*D. soaresi*; Dmu=*Dermatonotus mulleri*; Ece=*Elachistocleis cesarii*; Hal=*Hypsiboas albomarginatus*; Hra=*H. raniceps*; Hse=*H. semilineatus*; Lfu=*Leptodactylus fuscus*; Lma=*L. macrosternum*; Lmr=*L. marmoratus*; Lna=*L. natalensis*; Ltr=*L. troglodytes*; Lva=*L. vastus*; Lpa=*Lithobates palmipes*; Pal=*Physalaemus albifrons*; Pcu=*P. cuvieri*; Pdi=*Pleurodema diplolister*; Pno=*Phyllomedusa nordestina*; Pra=*Pristimantis ramagii*; Pse=*Pseudopaludicola* sp.; Rcr=*Rhinella crucifer*; Rgr=*R. ggranulosa*; Rji=*R. jimi*; Seu=*Scinax eurydice*; Sfu=*S. fuscomarginatus*; Sne=*S. nebulosus*; Sxs=*S. x-signatus*.

	Dbr	Dmi	Dna	Dol	Dso	Dmu	Ece	Hal	Hra	Hse	Lfu	Lma	Lmr	Lna	Ltr	Lva	Lpa	Pno	Pal	Pcu	Pdi	Pra	Pse	Rcr	Rgr	Rji	Seu	Sfu	Sne	Sxs
Dbr		0.17	-	0.45	0	-	0.50	0.07	0.03	-	0.19	0.11	0	0.05	0.07	0.03	0.05	0.12	0.51	0.51	0.50	0.10	0.07	0.23	0.29	0.06	0.15	-	0.33	0.08
Dmi	0.57		-	0.16	0	-	0.13	0.01	0.00	-	0.02	0.02	0.00	0.20	0.12	0.03	0.08	0.13	0.15	0.42	0.08	0.16	0.10	0.22	0.29	0.05	0.02	-	0.40	0.14
Dna	0.98	0.40		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dol	0.98	0.40	1.00		0	-	0.28	0	0	-	0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.01	0.04	0.04	0.64	0.20	0.29	0.03	0.13	0.30	0.26	0.05	0.01	-	0.47	0.06
Dso	0.26	0.32	0.16	0.16		-	0	0	0.06	-	0	0.01	0.23	0.02	0.04	0.01	0.02	0.13	0	0.05	0	0.05	0	0.03	0	0.00	0.11	-	0	0.06
Dmu	0	0	0	0	0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ece	0	0	0	0	0	0.95		0.01	0.00	-	0.05	0.02	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.04	0.76	0.78	0.26	0.08	0.19	0.24	0.20	0.06	0.09	-	0.08	0.05
Hal	0.83	0.50	0.82	0.82	0.32	0	0		0.08	-	0.21	0.02	0	0.01	0.06	0.01	0.13	0.01	0.03	0.01	0.09	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.03	-	0.05	0.00
Hra	0.13	0.48	0	0	0.88	0	0	0.34		-	0.39	0.06	0.01	0.18	0.09	0.07	0.06	0.03	0.01	0.03	0.03	0.05	0.00	0.06	0.00	0.01	0.03	-	0.08	0.28
Hse	0.09	0	0	0	0.31	0	0	0	0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lfu	0	0.01	0	0	0	0.41	0.39	0.08	0	0		0.07	0.00	0.02	0.03	0.02	0.04	0.05	0.15	0.07	0.30	0.04	0.04	0.21	0.08	0.03	0.11	-	0.21	0.01
Lma	0.04	0.02	0.04	0.04	0.01	0.96	0.91	0.08	0.01	0	0.61		0.00	0.04	0.09	0.06	0.04	0.07	0.03	0.06	0.04	0.14	0.06	0.27	0.12	0.04	0.04	-	0.02	0.01
Lmr	0	0	0	0	0	0.67	0.74	0.07	0	0	0.82	0.82		0.00	0.15	0.03	0.00	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00	0.03	-	0	0.01
Lna	0.04	0.02	0.04	0.04	0.01	0.92	0.87	0.07	0	0	0.68	0.99	0.87		0.07	0.03	0.08	0.06	0.04	0.12	0.03	0.08	0.30	0.06	0.06	0.02	0.03	-	0.05	0.02
Ltr	0	0.01	0	0	0	0.65	0.62	0	0	0	0.36	0.63	0.44	0.66		0.03	0.03	0.03	0.04	0.23	0.03	0.04	0.56	0.07	0.21	0.02	0.12	-	0.26	0.01
Lva	0	0	0	0	0	0.98	0.93	0.02	0	0	0.57	1.00	0.79	0.98	0.64		0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.06	0.21	0.03	0.25	0.01	-	0.02	0.04
Lpa	0.17	0.09	0.17	0.17	0.05	0.91	0.86	0.20	0.05	0	0.60	0.92	0.68	0.89	0.67	0.91		0.20	0.02	0.07	0.02	0.04	0.05	0.06	0.03	0.32	0.02	-	0.04	0.01
Pno	0.20	0.91	0	0	0.25	0	0	0.16	0.47	0.03	0	0	0	0	0	0	0.01		0.04	0.06	0.03	0.06	0.01	0.17	0.12	0.08	0.16	-	0.07	0.04
Pal	0	0.01	0	0	0	0.82	0.77	0.04	0	0	0.81	0.89	0.82	0.91	0.62	0.88	0.93	0		0.48	0.69	0.06	0.27	0.50	0.46	0.09	0.10	-	0.19	0.05
Pcu	0	0	0	0	0	1.00	0.95	0	0	0	0.41	0.96	0.67	0.92	0.65	0.98	0.91	0	0.82		0.06	0.14	0.21	0.13	0.12	0.06	0.10	-	0.11	0.05
Pdi	0	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0.41	0	0	0	0.22	0	0.34	0	0.41	0		0.05	0.21	0.41	0.41	0.07	0.15	-	0.08	0.02
Pra	0.07	0.26	0	0	0.27	0.93	0.88	0.09	0.29	0.11	0.47	0.92	0.69	0.90	0.61	0.93	0.87	0.28	0.80	0.93	0		0.07	0.25	0.04	0.03	0.04	-	0.02	0.15
Pse	0	0	0	0	0	0.99	0.94	0.01	0	0	0.52	0.99	0.75	0.97	0.65	1.00	0.92	0	0.87	0.99	0	0.93		0.19	0.26	0.03	0.08	-	0.16	0.01
Rcr	0	0.00	0	0	0	0.96	0.91	0.03	0	0	0.59	0.97	0.75	0.95	0.66	0.97	0.95	0.02	0.92	0.96	0.16	0.92	0.97		0.65	0.18	0.07	-	0.13	0.04
Rgr	0	0.01	0	0	0	0.41	0.39	0.08	0	0	1.00	0.61	0.82	0.68	0.36	0.57	0.60	0	0.83	0.41	0.41	0.47	0.52	0.59		0.12	0.03	-	0.48	0.03
Rji	0	0.00	0	0	0	0.98	0.93	0.01	0	0	0.47	0.94	0.65	0.90	0.68	0.96	0.95	0.01	0.87	0.98	0.18	0.92	0.97	0.98	0.47		0.05	-	0.02	0.05
Seu	0.22	0.42	0.12	0.12	0.54	0	0	0.62	0.67	0.24	0	0.04	0	0.00	0	0	0.11	0.39	0	0	0	0.22	0	0.06	0	0.03		-	0.03	0.40
Sfu	0.91	0.48	0.89	0.89	0.56	0	0	0.82	0.42	0	0	0.04	0	0.04	0	0	0.17	0.11	0	0	0	0.11	0	0	0	0	0.32		-	-
Sne	0.18	0.66	0	0	0.81	0.26	0.25	0.21	0.85	0.26	0.11	0.25	0.17	0.24	0.17	0.25	0.26	0.70	0.21	0.26	0	0.57	0.26	0.25	0.11	0.25	0.55	0.35		0.06
Sxs	0.44	0.40	0.35	0.35	0.50	0.18	0.17	0.56	0.42	0.35	0.65	0.38	0.59	0.44	0.12	0.32	0.33	0.29	0.43	0.18	0	0.42	0.27	0.31	0.65	0.19	0.52	0.47	0.50	

1.3.3. DIETA

Foram analisados 577 estômagos, dos quais 20.48% encontravam-se vazios e 20.8% apenas com matéria semi-digerida não identificável (substância amorfa). Das 30 espécies coletadas na taxocenose, quatro (*Dendropsophus nanus*; *Dermatonotus mulleri*; *Hypsiboas semilineatus*; *Scinax fuscomarginatus*) não apresentaram informação de dieta, devido a todos os indivíduos coletados apresentarem estômagos vazios ou apenas com substância amorfa.

Encontrou-se 3.107 presas nos estômagos analisados, distribuídas entre 33 categorias (Anexo 1.2), sendo Formicidae a mais importante (somatório do índice de importância igual à 609.95), seguida de material vegetal (382.89), Araneae (204.91) e Coleoptera (287.33). Formicidae foi o item mais importante para as famílias Bufonidae (somatório do índice de importância igual à 180.56), Leptodactylidae (somatório do índice de importância igual à 272.88) e Microhylidae (índice de importância igual à 50.3). Já para as outras famílias Craugastoridae, Hylidae e Ranidae o itens mais importantes foram respectivamente Araneae (índice de importância igual à 15.98), Material Vegetal (186.92) e Coleoptera (12.8). Consultar a Tabela 1.1 para atestar as espécies da taxocenose e suas respectivas famílias.

A largura média do nicho alimentar (média entre largura numérica e volumétrica) variou de 1 (*Dendropsophus soaresi*) a 7.57 (*Lithobates palmipes*), indicando que *D. soaresi* é a espécie mais especialista e *Lithobates palmipes* a mais generalista da taxocenose (Anexo 1.2).

A taxocenose encontra-se estruturada em relação ao nicho alimentar (Média de sobreposição=0.104; $p_{obs \leq esp} < 0.001$), ou seja, as espécies competem por recursos alimentares. O índice de sobreposição baseado na dieta variou de 0 (várias espécies) à 0.78 (*Physalaemus albifrons* vs. *P. cuvieri*; Tabela 1.3). As famílias que apresentaram mais de uma espécie com informação de dieta obtiveram o índice de sobreposição médio de 0.32 (Bufonidae), 0.10 (Hylidae) e 0.11 (Leptodactylidae), indicando que família Bufonidae é a que mais compete por recurso alimentar entre si.

Observou-se influência da conservação filogenética nos clados representantes de *Hypsiboas* (Clado H; $p=0.0074$), Hylidae (clado F; $p=0.0207$), Hylineae (clado G; $p=0.0352$), Leptodactyliformes (Clado R; $p=0.0403$). Os clados basais, F e R, explicam 9.5% e 8.77% da variação dos dados, respectivamente (Tabela 1.4).

Tabela 1.4: Resultados da Ordenação Filogenética Canônica (CPO) realizada com os dados de dieta. A variação total dos dados foi igual à 2.179. As espécies presentes nos clados estão descritas na Figura 1.2.

Clado	<i>F</i>	<i>p</i>	Variação explicada	%explicada
H	2.723	0.0074	0.312	14.32
F	1.741	0.0207	0.207	9.50
G	1.665	0.0352	0.199	9.13
R	1.598	0.0403	0.191	8.77
J	1.393	0.1227	0.198	9.09
AC	1.309	0.2179	0.159	7.30
Z	1.251	0.2000	0.152	6.98
S	1.232	0.2225	0.150	6.88
AB	1.163	0.2794	0.142	6.52
K	1.128	0.3029	0.138	6.33
Y	1.095	0.3197	0.134	6.15
L	1.076	0.3391	0.132	6.06
V	1.073	0.3440	0.131	6.01
AA	0.992	0.4201	0.122	5.60
W	0.836	0.6141	0.103	4.73
U	0.827	0.6915	0.102	4.68
O	0.807	0.6464	0.100	4.59
X	0.809	0.5908	0.100	4.59
N	0.794	0.6798	0.098	4.50
T	0.796	0.5926	0.098	4.50
P	0.709	0.7216	0.088	4.04
B	0.483	0.9045	0.061	2.80
D	0.483	0.9074	0.061	2.80
E	0.488	0.9516	0.061	2.80

1.3.4. MORFOMETRIA

As médias das medidas por espécie podem ser observadas no Anexo 1.3. A espécie que apresentou o maior CRU foi *Leptodactylus vastus* ($\bar{X}$ =121.69 mm), seguida de *Rhinella jimi* ($\bar{X}$ =83.42 mm), *L. macrosternum* ($\bar{X}$ =78.40 mm) e *R. crucifer* ($\bar{X}$ =76.54 mm). Já as espécies que apresentaram menor CRU foram *Pseudopaludicola* sp. ($\bar{X}$ =13.72 mm), *Dendropsophus nanus* ($\bar{X}$ =16.64 mm), *D. branneri* ($\bar{X}$ =18.02 mm) e *Dermatonotus muelleri* ($\bar{X}$ =18.41 mm).

Foi observado efeito de conservação filogenética para os clados AC (grupo *Leptodactylus fuscus*; $p=0.0345$), AB ($p=0.0195$), Z ($p=0.0037$), Y (*Leptodactylus*; $p=0.0045$), R (Leptodactyliiformes; $p<0.001$), F (Hylidae; $p<0.001$), U (Leptodactylidae; $p=0.0116$), G (Hylinae; $p<0.001$) e J ($p=0.0127$; Tabela 1.5). O clados basais (R e F) explicam respectivamente 38.27% e 25.93% da variação dos dados.

Tabela 1.5: Resultados da Ordenação Filogenética Canônica (CPO) realizada com os dados de morfometria. A variação total dos dados foi igual à 0.081. As espécies presentes nos clados estão descritas na Figura 1.2.

Clado	<i>F</i>	<i>p</i>	Variação explicada	%explicada
AC	29.413	0.0345	0.053	65.43
AB	17.818	0.0195	0.041	50.62
Z	16.921	0.0037	0.039	48.15
Y	14.043	0.0045	0.035	43.21
R	11.597	0.0001	0.031	38.27
F	6.857	0.0001	0.021	25.93
U	6.862	0.0116	0.021	25.93
G	6.311	0.0003	0.019	23.46
J	4.159	0.0127	0.014	17.28
N	1.910	0.1177	0.007	8.64
K	1.649	0.1298	0.006	7.41
O	1.608	0.1376	0.006	7.41
E	1.288	0.1399	0.005	6.17
T	1.312	0.0767	0.005	6.17
V	1.298	0.1360	0.005	6.17
H	1.064	0.1128	0.004	4.94
L	1.113	0.1062	0.004	4.94
P	1.159	0.1082	0.004	4.94
S	0.974	0.1181	0.004	4.94
W	1.020	0.1121	0.004	4.94
B	0.883	0.1223	0.003	3.70
C	0.822	0.0779	0.003	3.70

Clado	<i>F</i>	<i>p</i>	Variação explicada	%explicada
D	0.883	0.1226	0.003	3.70
M	0.743	0.0970	0.003	3.70
Q	0.773	0.0839	0.003	3.70
X	0.708	0.0952	0.003	3.70
I	0.547	0.1567	0.002	2.47
AA	0.406	0.1983	0.001	1.23

1.4. DISCUSSÃO

O Projeto Extremo Oriental das Américas (PEOA), atualmente em execução na grande João Pessoa (envolve as cidades de João Pessoa, Cabedelo, Santa Rita e Bayeux), tem como objetivo comparar a flora e a fauna dos diversos fragmentos de Mata Atlântica presentes na região buscando compreender o estado de conservação das 17 áreas de conservação do estuários do Rio Paraíba. A RPPN Gargaú é o maior fragmento que o projeto abrange, bem como o mais conservado, de forma que uma determinação apropriada da riqueza dessa área é fundamental para o bom andamento do projeto. Dentre os fragmentos do PEOA, trabalhos envolvendo a anurofauna já foram realizados na Área de Preservação Permanente da Mata do Buraquinho (João Pessoa-PB; LEITE FILHO (2013) e SANTANA *et al.* (2008)) e na Usina Japungu (Santa Rita-PB; presente trabalho).

Nos trabalhos realizados na Mata do Buraquinho (LEITE FILHO, 2013; SANTANA *et al.*, 2008) encontrou-se uma riqueza de 17 espécies, sendo 15 coincidentes com as desse estudo (*Dendropsophus branneri*, *D. minutus*, *D. oliveirai*, *Hypsiboas albomarginatus*, *H. raniceps*, *L. marmoratus*, *L. natalensis*, *L. troglodytes*, *L. vastus*, *Lithobates palmipes*, *Physalaemus cuvieri*, *Pristimantis ramagii*, *Rhinella jimi*, *Scinax nebulosus* e *S. x-signatus*) e apenas duas que não foram registradas para a taxocenose da Usina Japungu (*Chiasmocleis alagoanus* e *Leptodactylus latrans*). Essa diferença marcante na riqueza de espécies de anuros entre essas áreas (30 espécies para Usina Japungu e 17 para Mata do Buraquinho) pode estar relacionado à diferenças do estado de conservação (perda e modificação de hábitat), como argumentado por LEITE FILHO (2013) ao comparar seus resultados com o de outros estudos, em Floresta Atlântica, que apresentaram riqueza semelhante à da Usina Japungu (MAGALHÃES *et al.*, 2013; MOURA *et al.*, 2011). A Mata do Buraquinho apresenta um fragmento que se restringe a uma área de 600 ha e encontra-se cercada por rodovias bastante movimentadas e zonas residenciais, que acabam por exercerem uma influência negativa no fragmento devido à poluição do rio que percorre a mata, queimas de lixo, fragmentação, *etc.* (LEITE FILHO, 2013). Já a área estudada na Usina Japungu, aparentemente não sofre muito com distúrbios urbanos

por se encontrar em uma área rural e apresenta diversos fragmentos pequenos (não mensurados). A RPPN Gargaú sozinha, porém, apresenta 1.058 ha de área (STEVENS, 2014), e a maioria dos fragmentos da usina apresentam conexões através de matas ciliares. Adicionalmente, a região da RPPN Gargaú era, até 1970, o maior fragmento da região (com uma extensão total de quase 5.174 ha), de forma que seu desmatamento recente (entre 1970 e 2010), pode ainda não ter levado a perda de todas as espécies por conta da perda de habitat (Pamela Stevens 2014). Dado que o esforço de amostragem na Usina Japungu foi representativo, com uma estimativa de 33 espécies, espera-se que não haja um acréscimo grande no número de espécies coletadas caso haja um esforço maior de amostragem. Contudo, ainda é possível que sejam encontradas espécies observadas para outras áreas de Mata Atlântica nas proximidades, como por exemplo *C. alagoanus* (LEITE FILHO, 2013).

As maiores larguras de nicho, ou seja, espécies mais generalistas em uso de microhabitat, foram observadas para a família Hylidae, fato esse já relatado em outros estudos (LEITE FILHO, 2013; OLIVEIRA & ETEROVICK, 2010; PROTÁZIO, 2012). As espécies da família Hylidae apresentam morfologia favorável à arborealidade, como discos adesivos em seus dedos (CARDOSO *et al.*, 1989), o que as permite explorar o estrato vertical do ambiente (árvores, arbustos e ervas). Além de ser possível encontrá-las empoleiradas, foi possível observá-las ocupando, com menor frequência, microhabitats acessíveis às outras espécies, que não fazem uso vertical do ambiente (solo, vitórias-régias, rochas, troncos caídos, superfície da água). Assim, os valores de largura de nicho dessas espécies aumentaram, o que sugere maior plasticidade dessas espécies no uso dos microhabitats.

Dentre as quinze espécies coletadas nesse estudo que ocorrem também na taxocenose da Mata do Buraquinho (LEITE FILHO, 2013; SANTANA *et al.*, 2008), sete apresentam valores de largura de nicho acima da média (*Dendropsophus minutus*, *H. albomarginatus*, *Leptodactylus marmoratus*, *L. troglodytes*, *Lithobates palmipes*, *Pristimantis ramagii*, *Scinax nebulosus*, *S. x-signatus*). Dados que reforçam a afirmação de LEITE FILHO (2013), que áreas em pior estado de conservação tendem a apresentar espécies mais generalistas. Algumas das outras oito espécies apresentaram tamanho amostral baixo, portanto seus baixos valores podem ser reflexo de uma amostragem precária (*Dendropsophus oliveirai*, 2 registros de microhabitat; *Hypsiboas raniceps*, 6 registros; *Physalaemus cuvieri*, 4 registros).

Os resultados da análise de pseudo-comunidade mostraram que não existe estrutura no padrão de utilização dos microhabitats na taxocenose estudada, o que indica que o microhabitat não é um recuso limitante para a taxocenose. Porém, ao se analisar as

sobreposições de nicho, observam-se valores mais altos entre as espécies da família Hylidae do que dentre as espécies da família Hylidae e as outras famílias, o que deve acrescentar ruído nos resultados relativos à estruturação da taxocenose pelo motivo da família Hylidae ser o clado melhor representado, com 13 espécies de um total de 30. Além disso, esse resultado mostra uma partição de uso do microhabitat que separa as espécies em duas guildas: a guilda dos arborícolas (Hylidae) e a dos terrícolas (demais grupos, especialmente Leptodactyliformes). Este resultado é corroborado pelos resultados da Ordenação Filogenética Canônica (CPO), onde é possível observar efeito de conservação filogenética de nicho no clado Hylidae (espécies arborícolas) e no clado Leptodactyliformes (espécies de solo). Outros trabalhos já relataram conservantismo filogenético de nicho para o microhabitat na família Hylidae e no grupo Leptodactyliformes (LEITE FILHO, 2013; PROTÁZIO, 2012). ETEROVICK *et al.* (2010), com base em dados de várias populações de Floresta Atlântica e Cerrado, encontraram baixa influência da filogenia no uso do microhabitat para anfíbios anuros adultos. Com isso, eles afirmam que o microhabitat em anuros é altamente variável e, portanto, pode não ser um bom indicador filogenético para esse grupo.

Anuros são normalmente considerados animais generalistas, oportunistas em relação à sua dieta (WELLS, 2007), e quando adultos apresentam hábito predominantemente carnívoro (PARMELEE, 1999). Sem nenhuma surpresa, os resultados aqui obtidos confirmam tal generalização. Além disso, observa-se nos conteúdos estomacais dos anuros a presença de grãos de areia e material vegetal, que podem ter sido ingeridos acidentalmente, na tentativa de se capturar uma presa sobre esses substratos (EVANS & LAMPO, 1996; SANTANA & JUNCÁ, 2007), ou propositalmente para auxiliar na digestão mecânica (grãos de areia) e manutenção hídrica e mineral (material vegetal) (EVANS & LAMPO, 1996; SILVA & BRITTO-PEREIRA, 2006). A presença de tais itens nos estômagos de algumas espécies da taxocenose aqui estudada, bem como nas dos estudos supracitados, fornecem dados interessantes sobre hipóteses não mutuamente exclusivas que podem ser testadas via estudos comportamentais e/ou fisiológicos.

As espécies com maiores larguras de nicho, foram representantes das famílias Ranidae (*Lithobates palmipes*), Craugastoridae (*Pristimantis ramagii*) e Leptodactylidae (*Leptodactylus vastus*; *L. natalensis*). Esses resultados são semelhantes aos observados por LEITE FILHO (2013) na taxocenose da Mata do Buraquinho, onde observa-se *L. palmipes*, *P. ramagii* e *L. natalensis* como as três espécies mais generalistas da taxocenose, respectivamente.

Lithobates palmipes, único representante da família Ranidae, apresenta o hábito mais generalista na taxocenose da Usina Japungu, assim como na da Mata do Buraquinho (LEITE FILHO, 2013). Esses resultados corroboram ARAÚJO & SANTOS (2011) quando consideram a espécie com hábito generalista e oportunista, predando itens variados de acordo com a disponibilidade no ambiente.

Os resultados para *P. ramagii* também seguem o observado na literatura, visto que para LEITE FILHO (2013) ela está entre as espécies mais generalistas, bem como apresenta o consumo de uma quantidade de categorias semelhante a uma espécie filogeneticamente próxima (*Ischnocnema henselii*) estudada por DIETL *et al.* (2009) – 17 categorias (DIETL *et al.*, 2009) contra 15 categorias (Japungu, desconsiderando material vegetal). Para os dois estudos Araneae foi a categoria que apresentou maior importância.

Para Leptodactylidae observou-se tanto espécies com hábitos mais generalistas (*Leptodactylus natalensis*; *L. vastus*; *L. macrosternum*) quanto espécies com hábitos mais especializados (*L. fuscus*; *L. marmoratus*; *L. troglodytes*; *Physalaemus albifrons*; *P. cuvieri*; *Pleurodema diplolister*; *Pseudopaludicola* sp.). *Leptodactylus troglodytes* foi a única espécie que se enquadrou no padrão de dieta relatado por TOFT (1980; 1981) para a família, o padrão de espécies não consumidoras de formigas (“*non-ant specialists*”). Todas as demais espécies apresentaram Formicidae entre os dois principais itens alimentares de origem animal, discordando dos trabalhos anteriormente citados (TOFT, 1980; TOFT, 1981). Essa variação na dieta pode ocorrer pela influência da disponibilidade de presas no ambiente (LEITE FILHO, 2013), porém para realizar essa afirmação são necessários estudos mais detalhados, relacionando a riqueza, abundância e/ou biomassa de potenciais presas ao que é encontrado nos estômagos dos anfíbios, por exemplo.

Hylidae foi o grupo que mais apresentou variação em relação aos seus hábitos alimentares, tendo entre os itens mais importantes Araneae (*Dendropsophus soaresi*; *Phyllomedusa nordestina*; *Scinax eurydice*), Anura (*Hypsiboas albomarginatus*), Formicidae (*D. oliveirai*), Hemiptera (*D. minutus*; *S. nebulosus*) e Larva de Lepidoptera (*S. x-signatus*). *Dendropsophus branneri* apresentou três itens principais (com mesmo valor de importância), Arthropoda não identificado, Coleoptera e Isoptera. Os itens são apresentados desconsiderando material de origem vegetal. De maneira geral, é possível observar que Hylidae se enquadra no padrão de alimentação de “evitadores de formigas”, predando principalmente presas de corpo mole e alta mobilidade (TOFT, 1980; TOFT, 1981). Ademais,

observa-se também que eles apresentam uma dieta relativamente especializada, sem a presença de generalistas extremos.

Os representantes das famílias Bufonidae (*Rhinella crucifer*; *R. granulosa*; *R. jimi*) e Microhylidae (*Elachistocleis cesarii*) se enquadraram na guilda dos especialistas em formigas (TOFT, 1980), visto que tais espécies apresentaram baixas larguras de nicho, sendo formigas o item mais importante. Os resultados aqui obtidos estão de acordo com outros trabalhos que também descrevem esse padrão na dieta de Bufonidae e Microhylidae (LEITE FILHO, 2013; PARMELEE, 1999; TOFT, 1981; WELLS, 2007).

A análise de pseudo-comunidade mostrou que a taxocenose encontra-se estruturada em relação aos consumo dos recursos alimentares, ou seja, a taxocenose apresenta segregação no nicho alimentar. Ao se analisar as sobreposições de nicho, foram observados oito pares de espécies com sobreposição acima de 50% (*P. albifrons* vs. *D. branneri*; *D. oliveirai*, *E. cesarii* e *P. diplolister*; *D. branneri* vs. *P. cuvieri*; *D. oliveirai* vs. *E. cesarii*; *L. troglodytes* vs. *Pseudopaludicola* sp.; *R. crucifer* vs. *R. granulosa*). Porém, analisando os dados de sobreposição de nicho para dieta juntamente com os de microhábitat é possível observar indícios de complementaridade de nicho (PIANKA, 1973), visto que apenas três desses oito pares apresentam sobreposição no microhábitat maior que 50% (*P. albifrons* vs. *E. cesarii*; *L. troglodytes* vs. *Pseudopaludicola* sp.; *R. crucifer* vs. *R. granulosa*). Em outras palavras, apesar de algumas espécies apresentarem alta sobreposição nas categorias de itens alimentares consumidos, elas não estão ocupando o mesmo microhábitat, reduzindo então a competição intraespecífica (PIANKA, 1973). Resultados semelhantes a esse foram encontrados na taxocenose de Cabaceiras-PB, área de Caatinga, por PROTÁZIO (2012), o qual argumentou que essas sobreposições podem ocorrer devido a complementaridade de nicho ou pela possibilidade de a disponibilidade de presas não ser um recurso limitante.

A estruturação da taxocenose estudada também sofre influência filogenética de conservação de nicho. Os clados basais que apresentam influência histórica são Hylidae (clado F) e Leptodactyliformes (clado R), evidenciando o grupo dos especialistas em formigas/generalistas (Leptodactyliformes) e o grupo dos evitadores de formigas (Hylidae). Esses resultados corroboram as separações de guildas idealizadas por TOFT (1980), além de mostrarem que esse padrão pode estar relacionado com a história evolutiva de Anura.

Supostos efeitos de conservação filogenética na morfometria foram inferidos para os clados basais, família Hylidae e Leptodactyliformes, mesmo resultado encontrado nas análises realizadas para microhábitat. Esse resultado indica que a morfologia desses grupos encontra-

se conservada, sugerindo adaptação dos mesmos aos seus respectivos microhabitats (LEITE FILHO, 2013). É sabido que a morfologia dos animais pode estar associada a traços ecológicos e comportamentais, normalmente refletindo a especialização das espécies (BEGON *et al.*, 2006), sendo possível observar diversos exemplos na natureza, como o fato dos tamanhos das presas de anuros estarem relacionados com o tamanho de suas cabeças (TOFT, 1981) ou os comprimentos rostro-cloacais em lagartos do gênero *Anolis* afetar suas performances (LOSOS, 1990). Outros trabalhos também apresentam resultados que corroboram essa associação, para os grupos observados nessa pesquisa (LEITE FILHO, 2013; PROTÁZIO, 2012).

DARWIN (1859) já havia mencionado que espécies congêneras iriam apresentar hábitos semelhantes, uma vez que teriam semelhanças morfológicas que levariam a um uso similar do ambiente, acarretando em uma competição mais acirrada. Dessa maneira, espera-se que as espécies mais aparentadas (especialmente do mesmo gênero) apresentem valores de sobreposição de nicho mais elevados. Nesse estudo, alguns grupos de espécies corroboraram essa afirmação, dentre elas podemos destacar as sobreposições de microhabitat observadas para as espécies de Leptodactylidae e Bufonidae.

Os resultados indicam que o nicho ecológico da maneira como foi analisado está sendo particionado ao menos em alguma dimensão, onde espécies que competem diretamente por microhabitat particionam os itens alimentares, sendo o oposto também verdadeiro. Observa-se ainda que o uso do nicho pelas espécies da taxocenose podem ser influenciados por fatores ecológicos (como competição e disponibilidade de recursos) ou pela filogenia (por ex. adaptações morfológicas que permitem o uso de um determinado recurso). Dessa maneira é possível se ter visão de alguns mecanismos que podem influenciar, direta ou indiretamente, a estruturação das taxocenoses de anuros.

REFERÊNCIAS

- AMPHIBIAWEB. 2014. **Information on amphibian biology and conservation. [web application]**. <http://amphibiaweb.org/> Accessed 27.ago.2014.
- ARAÚJO, L. C. D. S. S. & SANTOS, E. M. D. 2011. Nota sobre o hábito alimentar de *Lithobates palmipes* (Spix, 1824) (Anura: Ranidae) em fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. In: G. J. B. d. Moura, E. M. d. Santos, M. A. B. d. Oliveira & M. C. C. Cabral (eds.) Herpetologia no estado de Pernambuco. Ibama, Brasília.
- ASSIS, A. B. D. 2012. Microbiota, secreções cutâneas e microclima: consequências para os anfíbios. **Revista da Biologia** 8: 45-48.
- BECKER, C. G., FONSECA, C. R., HADDAD, C. F. B., BATISTA, R. F. & PRADO, P. I. 2007. Habitat split and the global decline of Amphibians. **Science** 318: 1775 - 1777.

- BECKER, C. G., FONSECA, C. R., HADDAD, C. R. B. & PRADO, P. I. 2010. Habitat split as a cause of local population declines of Amphibians with aquatic larvae. **Conservation Biology** 24: 287 - 294.
- BEGON, M., TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. 2006. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**. 4 ed. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- BRAAK, C. J. F. T. & SMIAUER, P. 2003. Canoco for Windows Version 4.51, Plant Research International, Wageningen, The Netherlands.
- BRANDS, S. J. 1989-present. **The Taxonomicon. Universal Taxonomic Services**. <http://taxonomicon.taxonomy.nl/> Accessed 27.ago.2014.
- CARDOSO, A. J., ANDRADE, G. V. & HADDAD, C. F. B. 1989. Distribuição espacial em comunidades de anfíbios (Anura) no Sudeste do Brasil. **Rev. Brasil. Biol.** 49: 241-249.
- CONNELL, J. H. 1980. Diversity and the Coevolution of Competitors, or the Ghost of Competition Past. **Oikos** 35: 131-138.
- COSTA, T. R. N., CARNAVAL, A. C. O. Q. & TOLEDO, L. F. 2012. Mudanças climáticas e seus impactos sobre os anfíbios brasileiros. **Revista da Biologia** 8: 33-37.
- DARWIN, C. 1859. **On The Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. John Murray, London.
- DAYRELL, J. S. 2009. **Estrutura de comunidade de anfíbios em poças temporárias em uma fragmento de mata Atlântica de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- DIETL, J., ENGELS, W. & SOLÉ, M. 2009. Diet and feeding behaviour of the leaf-litter frog *Ischnocnema henselii* (Anura: Brachycephalidae) in Araucariarain forests on the Serra Geral of Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Natural History** 43: 1473–1483.
- ETEROVICK, P. C. *et al.* 2010. Lack of phylogenetic signal in the variation in anuran microhabitat use in southeastern Brazil. **Evol Ecol** 24: 1-24.
- EVANS, M. & LAMPO, M. 1996. Diet of *Bufo marinus* in Venezuela **Journal of Herpetology** 30: 73-76.
- FAIVOVICH, J. *et al.* 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. **Bulletin American Museum of Natural History** 294.
- FROST, D. R. *et al.* 2006. The Amphibian Tree of Life. **Bulletin of the American Museum of Natural History** 297: 1-370.
- GIANNINI, N. P. 2003. Canonical Phylogenetic Ordination. **Systematic Biology** 52: 684-695.
- GOTELLI, N. J. & ENTSMINGER, G. L. 2003. EcoSim: null models software for ecology., Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear, Jericho, Vermont, <http://www.garyentsminger.com/ecosim/index.htm>.
- GRINNELL, J. 1917. The Niche Relationships of the Californian Trashers. **The Auk** 4: 427-433.
- HARDIN, G. 1960. The Competitive Exclusion Principle. **Science** 131: 1292-1297.
- HUTCHINSON, G. 1957. Concluding Remarks. In: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. p 415-427.
- LEITE FILHO, E. 2013. **Estrutura de uma taxocenose de anfíbios anuros em fragmento urbano de floresta atlântica no extremo leste da região neotropical**. Dissertação (Mestrado), Universidade federal da Paraíba, João Pessoa-PB.
- LOSOS, J. B. 1990. The Evolution of Form and Function: Morfology and Locomotor Performance in West Indians *Anolis* Lizards. **Evolution** 44: 1189-1203.
- LOSOS, J. B. 1996. Phylogenetic perspectives on community ecology. **Ecology** 77: 1344-1334.
- MAGALHÃES, F. D. M. *et al.* 2013. Anurans from an Atlantic Forest-Caatinga ecotone in Rio Grande do Norte State, Brazil. **Herpetology Notes** 6: 1-10.

- MESQUITA, D. O., COLLI, G. R., FRANÇA, F. G. R. & VITT, L. J. 2006a. Ecology of a Cerrado lizard assemblage in the Jalapão region of Brazil. **Copeia** **2006**: 460-471.
- MESQUITA, D. O., COLLI, G. R. & VITT, L. J. 2007. Ecological release in lizards assemblages of neotropical savannas. **Oecologia** **153**: 185-195.
- MESQUITA, D. O., COSTA, G. C. & COLLI, G. R. 2006b. Ecology of an amazonian savanna lizard assemblage in Monte Alegre, Pará State, Brazil. **South American Journal of Herpetology** **1**: 61 - 71.
- MICROSOFT CORPORATION. 2010. Microsoft Excel.
- MOREIRA, G. R. S. 1993. **Padrões de reprodução, atividade e alimentação de Anuros em duas localidades do Brasil Central**. Tese(Doutorado), UnB, Brasília-DF.
- MOURA, G. J. B., SANTOS, E. M., OLIVEIRA, M. A. B. & CABRAL, M. C. C. 2011. **Herpetologia no estado de Pernambuco**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- OKSANEN, J. *et al.* 2013. **vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-10**. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- OLIVEIRA, F. F. R. D. & ETEROVICK, P. C. 2010. Patterns of Spatial Distribution and Microhabitat Use by Syntopic Anuran Species along Permanent Lotic Ecosystems in the Cerrado of Southeastern Brazil. **Herpetologica** **66**: 159-171.
- PARMELEE, J. R. 1999. Trophic Ecology of a Tropical Anuran Assemblage. **Scientific Papers, Natural History Museum, The University of Kansas** **11**: 1-59.
- PAULA, A. D. 2012. **Estrutura e dinâmica de uma comunidade de anuros no hotspot de biodiversidade do Cerrado**. Dissertação (Mestrado), UnB, Brasília-DF.
- PIANKA, E. R. 1973. The structure of lizard communities. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics** **4**: 53 - 74.
- PROTÁZIO, A. D. S. 2012. **Ecologia de taxocenose de anfíbios anuros em poças temporárias na Caatinga**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- PYRON, R. A. & WIENS, J. J. 2011. A large-scale phylogeny of Amphibia including over 2800 species, and a revised classification of extant frogs, salamanders, and caecilians. **Molecular Phylogenetics and Evolution** **61**: 543-583.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- SANTANA, A. S. & JUNCÁ, F. A. 2007. Diet of *Physalaemus* cf. *cicada* (Leptodactylidae) and *Bufo granulosus* (Bufonidae) in a semideciduous forest. **Braz. J. Biol.** **67**: 125-131.
- SANTANA, G. G. *et al.* 2008. Herpetofauna em um fragmento de Floresta Atlântica no Estado da Paraíba, Região Nordeste do Brasil. **Biotemas** **21**: 75-84.
- SBH. 2012. **A Lista Brasileira de Anfíbios e Répteis**. <http://www.sbherpetologia.org.br/index.php/anfibios> Accessed 27 jul. 2014.
- SILVA, H. R. D. & BRITTO-PEREIRA, M. C. D. 2006. How much fruit do fruit-eating frogs eat? An investigation on the diet of *Xenohyla truncata* (Lissamphibia: Anura: Hylidae). **Journal of Zoology** **270**: 692-698.
- SIMPSON, E. H. 1949. Measurement of diversity. **Nature** **163**.
- STEVENS, P. O. 2014. **Dinâmica da Paisagem no Geossistema do Estuário do Rio Paraíba - Extremo Oriental da Américas: Estimativas de Perda de Hábitat e Cenários de Recuperação da Biodiversidade**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB.
- TERBORGH, J., ROBINSON, S. K., PARKER III, T. A., MUNN, C. A. & PIERPONT, N. 1990. Structure and Organization of an Amazonian Forest Bird Community. **Ecological Monographs** **60**: 213-238.
- TOFT, C. A. 1980. Feeding Ecology of Thirteen Syntopic Species of Anurans in a Seasonal Tropical Environment **Oecologia** **45**: 131-141.

- TOFT, C. A. 1981. Feeding Ecology of Panamanian Litter Anurans: Patterns in Diet and Foraging Mode. **Journal of Herpetology** 15: 139-144.
- VIEIRA, W. L. D. S., ARZABE, C. & SANTANA, G. G. 2007. Composição e distribuição espaço-temporal de anuros no Cariri paraibano, Nordeste do Brasil. **Oecl. Bras.** 11: 383 - 306.
- WEBB, C. O., ACKERLY, D. D., MCPEEK, M. A. & DONOGHUE, M. J. 2002. Phylogenies and community ecology. **Annu. Rev. Ecol. Syst** 33: 475-505.
- WELLS, K. D. 2007. **The ecology and behavior of amphibians**. The University of Chicago Press, Chicago & London.
- WIENS, J. A. 1974. Habitat Heterogeneity and Avian Community Structure in North American Grasslands. **American Midland Naturalist** 91: 195-213.
- WINEMILLER, K. O. & PIANKA, E. R. 1990. Organization in natural assemblages of desert lizards and tropical fishes. **Ecol. Mon.** 60: 27-55.

ANEXOS

Anexo 1.1: Tabela apresentando a frequência de uso dos microhábitats pelas espécies estudadas (porcentagem entre parênteses) e valores de largura de nicho (L_{nicho}) para o microhábitat. “-“ representa células com valores iguais a zero; Sexp=Solo exposto; Vreg= sobre vitória-régia; Acem=Árvore caída emergente; Sbro=Sob rocha; Sbtr=Sob tronco caído; Srtr=Sobre tronco caído; Seve=Solo entre vegetação; Erva=Herbácea; Arbu=Arbusto; Arvo=Árvore; Veme=Vegetação emergente; Psub=Parcialmente submerso; Srro=Sobre rocha; Bura=Buraco; Dbr=*Dendropsophus branneri*; Dmi=*D. minutus*; Dna=*D. nanus*; Dol=*D. oliveirai*; Dso=*D. soaresi*; Dmu=*Dermatonotus mulleri*; Ece=*Elachistocleis cesarii*; Hal=*Hypsiboas albomarginatus*; Hra=*H. raniceps*; Hse=*H. semilineatus*; Lfu=*Leptodactylus fuscus*; Lma=*L. macrosternum*; Lmr=*L. marmoratus*; Lna=*L. natalensis*; Ltr=*L. troglodytes*; Lva=*L. vastus*; Lpa=*Lithobates palmipes*; Pal=*Physalaemus albifrons*; Pcu=*P. cuvieri*; Pdi=*Pleurodema diplolister*; Pno=*Phyllomedusa nordestina*; Pra=*Pristimantis ramagii*; Pse=*Pseudopaludicola* sp.; Rcr=*Rhinella crucifer*; Rgr=*R. ggranulosa*; Rji=*R. jimi*; Seu=*Scinax eurydice*; Sfu=*S. fuscomarginatus*; Sne=*S. nebulosus*; Sxs=*S. x-signatus*.

Espécie	Sexp	Vreg	Acem	Sbro	Sbtr	Srtr	Seve	Erva	Arbu	Arvo	Veme	Psub	Srro	Bura	L_{nicho}
Dbr	-	-	-	-	-	-	-	2 (13.33)	1 (6.67)	1 (6.67)	11 (73.33)	-	-	-	1.77
Dmi	-	1 (1.52)	2 (3.03)	-	-	-	-	35 (53.03)	11 (16.67)	-	16 (24.24)	1 (1.52)	-	-	2.71
Dna	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100.00)	-	-	-	1.00
Dol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (100.00)	-	-	-	1.00
Dso	-	-	-	-	-	-	-	-	6 (66.67)	2 (22.22)	1 (11.11)	-	-	-	1.98
Dmu	1 (100.00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
Ece	6 (75.00)	-	-	-	2 (25.00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.60
Hal	-	-	5 (27.78)	-	-	1 (5.56)	1 (5.56)	1 (5.56)	2 (11.11)	-	8 (44.44)	-	-	-	3.38
Hra	-	-	1 (16.67)	-	-	-	-	1 (16.67)	4 (66.67)	-	-	-	-	-	2.00

Espécie	Sexp	Vreg	Acem	Sbro	Sbtr	Srtr	Seve	Erva	Arbu	Arvo	Veme	PSub	Srro	Bura	L _{nicho}
Hse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100.00)	-	-	-	-	1.00
Lfu	1 (25.00)	-	-	-	-	-	2 (50.00)	-	-	-	-	1 (25.00)	-	-	2.67
Lma	22 (70.97)	1 (3.23)	1 (3.23)	-	-	-	6 (19.35)	-	-	-	1 (3.23)	-	-	-	1.84
Lmr	2 (40.00)	-	-	-	1 (20.00)	-	2 (40.00)	-	-	-	-	-	-	-	2.78
Lna	22 (64.71)	-	-	-	-	-	9 (26.47)	-	-	-	1 (2.94)	-	-	2 (5.88)	2.03
Ltr	3 (33.33)	-	-	1 (11.11)	-	-	-	-	-	-	-	1 (11.11)	1 (11.11)	3 (33.33)	3.86
Lva	24 (82.76)	-	-	-	-	-	5 (17.24)	-	-	-	-	-	-	-	1.40
Lpa	32 (51.61)	3 (4.84)	3 (4.84)	-	-	1 (1.61)	4 (6.45)	-	1 (1.61)	-	6 (9.68)	12 (19.35)	-	-	3.10
Pal	2 (50.00)	-	-	-	-	-	1 (25.00)	-	-	-	-	1 (25.00)	-	-	2.67
Pcu	4 (100.00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
Pdi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 (100.00)	-	-	1.00
Pno	-	-	-	-	-	3 (7.14)	-	30 (71.43)	8 (19.05)	1 (2.38)	-	-	-	-	1.81
Pra	26 (55.32)	-	-	-	-	2 (4.26)	3 (6.38)	6 (12.77)	7 (14.89)	3 (6.38)	-	-	-	-	2.82
Pse	7 (87.50)	-	-	-	-	-	1 (12.50)	-	-	-	-	-	-	-	1.28

Espécie	Sexp	Vreg	Acem	Sbro	Sbtr	Srtr	Seve	Erva	Arbu	Arvo	Veme	Psub	Srro	Bura	L _{nicho}
Rcr	6 (66.67)	-	-	-	-	1 (11.11)	1 (11.11)	-	-	-	-	1 (11.11)	-	-	2.08
Rgr	2 (25.00)	-	-	-	-	-	4 (50.00)	-	-	-	-	2 (25.00)	-	-	2.67
Rji	11 (78.57)	-	-	-	-	1 (7.14)	-	-	-	-	-	2 (14.29)	-	-	1.56
Seu	-	1 (5.26)	6 (31.58)	-	-	3 (15.79)	-	2 (10.53)	4 (21.05)	2 (10.53)	1 (5.26)	-	-	-	5.08
Sfu	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (33.33)	-	2 (66.67)	-	-	-	1.80
Sne	1 (14.29)	-	-	-	-	-	-	2 (28.57)	3 (42.86)	1 (14.29)	-	-	-	-	3.27
Sxs	1 (7.14)	-	1 (7.14)	-	-	1 (7.14)	4 (28.57)	1 (7.14)	2 (14.29)	2 (14.29)	2 (14.29)	-	-	-	6.13

Anexo 1.2: Tabela apresentando o índice de importância dos itens alimentares consumidos por espécie, valores de largura de nicho para estômagos agrupados calculados com base no número das categorias consumidas (Ln) e no volume total das categorias consumidas (Lv) e a média da largura de nicho ($\bar{X}_{LnLv}$). “-“ representa células com valores iguais a zero; Ac=Acari; An=Anura; Ar=Aranae; Ani=Arthropoda não identificado; Bl= Blattodea; Ch=Chilopoda; Co=Coleoptera; Dec=Decapoda; Der=Dermaptera; Dio=Diplopoda; Dip=Diptera; Fo=Formicidae; Ga=Gastropoda; He=hemiptera; Hni=Hexapoda não identificado; Hy=Hymenoptera não Formicidae; Is=Isoptera; LA=Larva de Arthropoda não identificada; LD=Larva de Diptera; LL=Larva de Lepdoptera; Le=Lepdoptera; Ma=Mantodea; Mv=Material vegetal; Mi=Miriapoda não identificado; NA=Ninfa de Arthropoda não identificada; NO=Ninfa de Odonata; Od=Odonata; Op=Opiliones; Or=Orthoptera; Ps= Pseudoscorpionidida; Sc=Scorpiones; Se= Serpente; Vni=Vertebrado não identificado;. Dbr=*Dendropsophus branneri*; Dmi=*D. minutus*; Dol=*D. oliveirai*; Dso=*D. soaresi*; Ece=*Elachistocleis cesarii*; Hal=*Hypsiboas albomarginatus*; Hra=*H. raniceps*; Lfu=*Leptodactylus fuscus*; Lma=*L. macrosternum*; Lmr=*L. marmoratus*; Lna=*L. natalensis*; Ltr=*L. troglodytes*; Lva=*L. vastus*; Lpa=*Lithobates palmipes*; Pal=*Physalaemus albifrons*; Pcu=*P. cuvieri*; Pdi=*Pleurodema diplolister*; Pno=*Phyllomedusa nordestina*; Pra=*Pristimantis ramaquii*; Pse=*Pseudopaludicola* sp.; Rcr=*Rhinella crucifer*; Rgr=*R. ggranulosa*; Rji=*R. jimi*; Seu=*Scinax eurydice*; Sne=*S. nebulosus*; Sxs=*S. x-signatus*.

Item	Dbr	Dmi	Dol	Dso	Ece	Hal	Hra	Lfu	Lma	Lmr	Lna	Ltr	Lva	Lpa	Pno	Pal	Pcu	Pdi	Pra	Pse	Rcr	Rgr	Rji	Seu	Sne	Sxs
Ac	-	-	-	-	-	-	-	-	5.14	-	1.16	38.27	0.51	-	-	-	4.87	-	1.58	13.05	-	-	-	5.19	-	-
Anu	-	-	-	-	-	44.44	-	-	-	-	-	1.92	-	12.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ar	-	-	-	100.00	-	-	9.72	-	3.36	58.50	4.91	5.92	6.44	9.43	28.62	-	5.12	-	15.98	-	1.55	-	0.85	20.00	-	16.93
Ani	16.67	12.22	33.33	-	4.92	-	-	-	2.01	-	4.57	3.84	2.53	11.18	5.05	6.73	10.10	-	4.65	-	0.73	-	-	-	30.95	10.80
Bl	-	-	-	-	-	-	-	-	2.27	-	2.28	-	0.51	2.15	10.65	-	-	-	1.55	-	0.73	-	3.67	5.00	-	-
Ch	-	-	-	-	-	-	-	-	0.67	-	9.20	-	2.70	2.38	-	-	-	-	1.55	6.13	-	-	-	-	-	-
Co	16.67	5.14	-	-	-	-	-	-	39.28	-	8.14	7.23	11.30	12.80	22.87	-	8.83	-	12.77	-	16.74	21.30	18.24	-	-	3.60
Dec	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Der	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	-	3.60
Dio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.66	-	-	-	-	-	-	-	0.75	-	1.70	-	-	-
Dip	-	4.07	-	-	-	-	-	-	-	-	2.76	-	-	2.04	-	-	2.25	-	1.55	-	-	-	0.43	-	-	-
Fo	-	19.52	66.67	-	50.30	-	-	12.22	9.41	21.67	16.27	5.04	12.36	8.15	-	67.95	13.68	55.56	4.65	58.72	66.72	58.20	55.65	7.22	-	-
Ga	-	-	-	-	-	-	-	-	3.24	-	-	-	0.80	0.70	-	-	-	-	3.59	-	0.87	-	-	-	-	-
He	-	29.04	-	-	-	-	-	-	0.67	-	5.58	24.01	1.90	2.21	5.05	-	-	-	-	9.52	2.71	14.51	2.12	-	43.65	3.60
Hni	-	8.15	-	-	-	-	-	-	-	-	2.39	-	1.01	0.66	2.52	-	-	-	3.04	-	0.73	-	0.42	-	-	3.60
Hy	-	-	-	-	-	-	9.72	-	1.78	-	8.50	2.08	-	2.93	-	-	-	-	1.55	-	-	-	-	-	-	-

Item	Dbr	Dmi	Dol	Dso	Ece	Hal	Hra	Lfu	Lma	Lmr	Lna	Ltr	Lva	Lpa	Pno	Pal	Pcu	Pdi	Pra	Pse	Rcr	Rgr	Rji	Seu	Sne	Sxs
Is	16.67	9.63	-	-	39.87	-	-	-	3.16	-	1.56	1.92	1.52	1.63	5.05	11.86	48.87	-	15.47	6.13	0.73	-	4.58	9.44	-	8.14
LA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.83	-	1.92	1.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	0.46	-	-	-
LL	-	-	-	-	-	-	33.65	-	-	-	-	-	13.01	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.74
Le	-	-	-	-	-	-	-	-	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.55	-	-	-	0.42	-	-	7.20
Mv	50.00	12.22	-	-	4.92	33.33	9.72	24.44	18.56	-	10.68	5.76	14.50	9.25	12.62	13.46	3.14	44.44	24.12	6.46	3.65	6.00	6.59	43.15	15.08	10.80
Mi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.72	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Od	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.32	2.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Op	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.83	-	-	-
Or	-	-	-	-	-	22.22	37.18	30.00	9.10	-	2.28	1.92	4.76	10.29	5.05	-	3.14	-	4.65	-	4.09	-	1.70	5.00	10.32	-
Os	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.76	-	-	-	-	-	-	-
Sc	-	-	-	-	-	-	-	-	0.67	-	-	0.17	3.96	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	0.91	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42	-	-	-
Ln	4.00	6.75	2.00	1.00	2.03	2.57	4.00	2.57	5.35	2.78	8.25	1.27	7.29	10.49	5.94	2.68	3.13	1.80	8.23	2.56	1.28	1.59	1.34	6.08	3.27	7.12
Lv	1.00	1.96	1.00	1.00	1.98	1.00	1.99	-	1.35	1.33	2.73	2.04	5.05	4.65	2.53	1.00	1.45	1.00	4.22	1.52	1.70	2.51	2.77	1.01	1.00	1.36
$\bar{X}_{LnLv}$	2.50	4.36	1.50	1.00	2.00	1.79	3.00	1.29	3.35	2.05	5.49	1.66	6.17	7.57	4.23	1.84	2.29	1.40	6.22	2.04	1.49	2.05	2.05	3.55	2.13	4.24

Anexo 3: Tabela apresentando as médias $\pm$ desvio padrão das medidas morfométricas das espécies presentes na taxocenose estudada. As espécies representadas pelas siglas Dna, Dmu e Hse não apresentam desvio padrão, pois apresentaram apenas um indivíduo mensurado. ‘-’ representa estrutura ausente para a espécie; CRU=Comprimento rostro-uróstilo; CCAB=Comprimento da cabeça; LCAB=Largura da cabeça; ACAB=Altura da cabeça; DIOrb=Distância inter-órbitas; DON=Distância olho-narina; DIN=Distância inter-narinas; DIOL=Distância inter-olhos; DmOL=Diâmetro do olho; Dtmp=Diâmetro do tímpano; CCX=Comprimento da coxa; Ctib=Comprimento da tíbia; Cpe=Comprimento do pé; Dbr=*Dendropsophus branneri*; Dmi=*D. minutus*; Dna=*D. nanus*; Dol=*D. oliveirai*; Dso=*D. soaresi*; Dmu=*Dermatonotus mulleri*; Ece=*Elachistocleis cesarii*; Hal=*Hypsiboas albomarginatus*; Hra=*H. raniceps*; Hse=*H. semilineatus*; Lfu=*Leptodactylus fuscus*; Lma=*L. macrosternum*; Lmr=*L. marmoratus*; Lna=*L. natalensis*; Ltr=*L. troglodytes*; Lva=*L. vastus*; Lpa=*Lithobates palmipes*; Pal=*Physalaemus albifrons*; Pcu=*P. cuvieri*; Pdi=*Pleurodema diplolister*; Pno=*Phyllomedusa nordestina*; Pra=*Pristimantis ramagii*; Pse=*Pseudopaludicola* sp.; Rcr=*Rhinella crucifer*; Rgr=*R. ggranulosa*; Rji=*R. jimi*; Seu=*Scinax eurydice*; Sfu=*S. fuscomarginatus*; Sne=*S. nebulosus*; Sxs=*S. x-signatus*.

Espécie	Massa (g)	CRU (mm)	CCAB (mm)	LCAB (mm)	ACAB (mm)	DIOrb (mm)	D.O.N (mm)	DIN (mm)	DIOL (mm)	DmOL (mm)	Dtmp (mm)	CCx (mm)	Ctib (mm)	Cpe (mm)
Dbr	0.51 ± 1.47	18.02 ± 8.06	5.11 ± 2.41	5.66 ± 2.62	2.91 ± 1.27	2.50 ± 1.06	1.60 ± 0.92	1.26 ± 0.40	3.67 ± 1.51	2.12 ± 0.75	0.96 ± 0.62	8.89 ± 4.29	9.84 ± 4.33	13.40 ± 5.07
Dmi	0.86 ± 0.18	21.54 ± 1.21	5.90 ± 0.57	6.77 ± 0.53	3.55 ± 0.74	2.87 ± 0.46	1.91 ± 0.55	1.46 ± 0.25	4.26 ± 0.34	2.22 ± 2.37	0.98 ± 0.77	11.17 ± 0.78	12.54 ± 0.85	16.76 ± 1.76
Dna	0.3	16.64	4.96	5.4	2.22	2.13	1.52	1.31	3.37	1.85	0.81	7.56	8.56	10.15
Dol	1.53 ± 0.02	30.81 ± 0.26	8.10 ± 0.08	8.06 ± 0.13	3.49 ± 0.08	3.29 ± 0.19	3.19 ± 0.29	1.99 ± 0.17	5.67 ± 0.26	2.76 ± 0.15	1.46 ± 0.09	13.12 ± 0.37	14.09 ± 0.31	19.85 ± 0.97
Dso	0.39 ± 0.58	20.23 ± 2.68	5.17 ± 0.80	5.42 ± 0.59	2.42 ± 0.65	2.16 ± 0.33	1.67 ± 0.51	1.20 ± 0.33	3.71 ± 0.54	1.96 ± 0.40	0.83 ± 0.42	8.79 ± 1.10	9.71 ± 0.85	12.98 ± 1.80
Dmu	0.72	18.41	4.4	6.4	3.38	2.66	1.62	0.97	2.97	2.03	-	6.72	5.53	9.6
Ece	0.77 ± 2.08	30.00 ± 7.50	5.81 ± 1.14	6.82 ± 1.34	3.23 ± 0.73	2.90 ± 0.35	2.35 ± 0.38	1.52 ± 0.32	3.81 ± 0.76	1.61 ± 0.31	-	9.89 ± 2.59	11.25 ± 2.44	18.04 ± 3.71
Hal	6.23 ± 0.94	50.30 ± 2.41	14.27 ± 0.80	16.27 ± 0.93	6.70 ± 1.41	6.05 ± 0.72	5.47 ± 0.74	2.60 ± 0.33	9.79 ± 0.57	4.83 ± 0.47	2.92 ± 2.39	26.28 ± 1.15	27.91 ± 1.04	35.16 ± 1.87
Hra	24.24 ± 7.50	72.42 ± 4.75	20.04 ± 1.53	22.36 ± 1.86	8.94 ± 2.50	7.24 ± 1.09	6.97 ± 0.98	4.59 ± 0.98	12.77 ± 1.11	6.76 ± 0.81	4.63 ± 0.57	38.41 ± 2.09	41.36 ± 2.40	52.58 ± 2.08
Hse	2.4	37.22	11.43	13.54	4.25	4.28	4.41	2.34	8.08	3.47	2.76	19.3	20.62	26.67

Espécie	Massa (g)	CRU (mm)	CCAB (mm)	LCAB (mm)	ACAB (mm)	DIOrb (mm)	D.O.N (mm)	DIN (mm)	DIOL (mm)	DmOL (mm)	Dtimp (mm)	CCx (mm)	Ctib (mm)	Cpe (mm)
Lfu	2.98 ±2.07	31.92 ±5.55	10.56 ±1.51	10.30 ±2.07	5.07 ±2.10	2.70 ±0.64	3.57 ±0.46	2.34 ±0.39	5.23 ±0.70	3.25 ±0.41	2.38 ±0.45	14.46 ±2.56	16.35 ±2.35	25.18 ±3.63
Lma	49.15 ±19.37	78.40 ±10.97	21.16 ±3.18	24.55 ±3.43	14.97 ±3.68	4.38 ±1.66	7.14 ±0.84	4.63 ±0.57	10.37 ±1.23	6.19 ±0.63	5.80 ±0.85	35.13 ±4.52	38.37 ±5.40	56.10 ±7.26
Lmr	0.93 ±0.21	20.28 ±1.52	6.72 ±0.62	6.77 ±0.41	3.00 ±0.34	2.07 ±0.27	1.99 ±0.23	1.70 ±0.17	3.96 ±0.32	1.93 ±0.26	1.32 ±0.06	8.93 ±0.89	10.67 ±0.97	16.77 ±1.74
Lna	4.83 ±3.47	34.50 ±7.36	11.92 ±2.23	12.49 ±2.38	6.14 ±2.05	3.51 ±0.71	3.65 ±0.83	2.43 ±0.52	6.06 ±1.21	3.58 ±0.63	2.67 ±0.58	15.17 ±3.14	16.51 ±2.98	26.54 ±4.53
Ltr	7.65 ±38.52	44.09 ±16.76	13.70 ±5.13	15.36 ±6.96	7.35 ±2.94	3.79 ±1.71	4.50 ±1.51	3.66 ±1.22	7.79 ±2.74	4.36 ±1.22	3.78 ±1.06	18.10 ±7.37	19.38 ±7.11	27.61 ±10.04
Lva	185.20 ±127.92	121.69 ±31.99	39.06 ±8.19	49.62 ±9.72	24.63 ±6.47	10.83 ±2.91	11.42 ±2.10	9.22 ±1.72	21.36 ±3.83	10.79 ±1.73	8.08 ±1.59	51.67 ±10.22	55.83 ±10.07	78.91 ±13.81
Lpa	22.21 ±26.03	62.91 ±18.67	23.60 ±6.79	22.12 ±7.43	11.81 ±4.36	6.04 ±2.11	6.54 ±1.94	5.42 ±1.58	11.46 ±3.30	7.13 ±1.74	5.71 ±1.81	31.53 ±9.60	34.51 ±10.31	48.59 ±14.16
Pno	2.44 ±0.83	35.08 ±3.04	8.66 ±0.70	10.60 ±1.47	5.77 ±1.55	4.33 ±0.69	2.60 ±0.55	2.71 ±0.30	6.09 ±0.55	3.53 ±0.35	1.39 ±0.28	13.63 ±1.01	15.02 ±1.27	21.91 ±1.96
Pal	3.60 ±1.53	31.00 ±5.99	7.71 ±0.71	9.91 ±1.58	5.90 ±1.77	2.48 ±0.62	2.29 ±0.59	2.12 ±0.26	4.98 ±0.74	3.11 ±0.41	1.43 ±0.47	13.70 ±2.55	13.82 ±1.75	20.88 ±2.28
Pcu	0.76 ±0.53	19.32 ±3.19	5.45 ±0.75	6.09 ±0.97	2.99 ±0.83	2.08 ±0.57	2.04 ±0.33	1.40 ±0.26	3.77 ±0.44	1.90 ±0.36	0.94 ±0.29	9.30 ±1.30	9.86 ±1.41	14.25 ±2.24
Pdi	4.70 ±0.60	34.83 ±0.15	10.24 ±0.28	13.32 ±0.12	9.29 ±1.00	3.32 ±0.22	2.91 ±0.11	2.60 ±0.11	5.82 ±0.59	4.05 ±0.20	2.10 ±0.32	14.23 ±1.15	14.48 ±1.18	21.60 ±0.68
Pra	0.86 ±0.44	21.59 ±4.13	7.76 ±1.53	7.47 ±1.49	3.58 ±0.82	2.75 ±0.57	2.99 ±0.67	1.77 ±0.38	4.94 ±0.84	2.48 ±0.50	1.37 ±1.54	11.63 ±2.09	12.62 ±2.45	15.53 ±3.06
Pse	0.34 ±0.13	13.72 ±1.65	4.16 ±0.76	4.72 ±0.81	2.49 ±0.35	1.38 ±0.19	1.45 ±0.39	1.15 ±0.16	2.52 ±0.38	1.76 ±0.33	0.63 ±0.15	6.17 ±0.93	7.17 ±1.08	10.89 ±2.00
Rcr	32.97 ±16.41	76.54 ±13.15	19.56 ±3.24	26.64 ±4.77	11.77 ±3.23	8.17 ±1.82	5.42 ±0.94	4.19 ±0.90	10.97 ±1.67	7.38 ±1.46	4.43 ±0.78	31.21 ±4.63	31.48 ±6.46	43.94 ±7.05

Espécie	Massa (g)	CRU (mm)	CCAB (mm)	LCAB (mm)	ACAB (mm)	DIOrb (mm)	D.O.N (mm)	DIN (mm)	DIOL (mm)	DmOL (mm)	Dtimp (mm)	CCx (mm)	Ctib (mm)	Cpe (mm)
Rgr	8.87 ±3.64	43.73 ±5.23	10.93 ±0.84	15.24 ±1.23	7.56 ±2.06	4.00 ±0.88	3.37 ±0.50	2.33 ±0.57	7.33 ±0.88	4.41 ±0.58	2.03 ±0.38	15.77 ±2.20	16.21 ±2.07	25.21 ±2.91
Rji	50.35 ±98.75	83.42 ±35.32	21.42 ±8.36	28.25 ±12.79	13.61 ±7.24	10.39 ±4.53	5.52 ±3.20	4.53 ±2.37	12.05 ±13.45	8.11 ±2.36	4.57 ±1.60	30.86 ±11.98	31.71 ±11.88	45.08 ±16.46
Seu	7.85 ±1.20	49.22 ±1.80	13.49 ±0.51	15.44 ±0.75	6.75 ±1.15	4.85 ±0.42	5.05 ±0.25	2.94 ±4.48	9.03 ±0.47	4.38 ±0.48	2.82 ±1.32	22.75 ±1.00	26.56 ±1.05	34.99 ±1.50
Sfu	0.53 ±0.10	21.08 ±1.06	5.87 ±0.62	5.54 ±0.67	2.78 ±0.54	2.37 ±0.22	2.15 ±0.22	1.41 ±0.29	4.27 ±0.40	1.97 ±0.40	0.68 ±0.50	9.01 ±1.08	10.37 ±1.19	13.94 ±1.42
Sne	1.13 ±0.45	25.96 ±3.56	8.60 ±1.12	8.00 ±1.36	2.74 ±1.02	3.18 ±0.36	3.70 ±0.59	1.78 ±0.25	5.67 ±0.59	2.64 ±0.28	1.35 ±0.31	11.30 ±2.02	13.92 ±2.32	18.25 ±2.95
Sxs	3.61 ±0.98	37.72 ±2.72	10.48 ±0.72	11.81 ±1.05	5.37 ±1.34	3.88 ±2.46	4.12 ±0.59	2.20 ±0.35	6.86 ±0.79	3.56 ±0.42	2.29 ±0.40	16.39 ±1.48	19.44 ±1.52	25.30 ±2.09

CAPÍTULO II

O ESPAÇO ACÚSTICO E SUA REPARTIÇÃO PELAS ESPÉCIES DE ANUROS DE
UMA ÁREA DE MATA ATLÂNTICA

2.1. INTRODUÇÃO

Ao longo da evolução animal surgiram diversas formas de comunicação tal como a química, a visual ou a acústica. Estas estão presentes em diversos grupos animais, como insetos, aves, mamíferos ou anuros (VIELLIARD, 2004). Seja por convergência, ou por plesiomorfia, essa ampla distribuição da comunicação dentre os animais evidencia sua importância. De fato a comunicação pode estar relacionada a processos essenciais a todo organismo como a competição, atração de parceiros, ou ainda interações agonísticas e de defesa (POMBAL JR., 2010; VIELLIARD, 2004). Assim, o estudo da comunicação pode evidenciar uma ampla gama de processos dentro da biologia, que envolvem a evolução, ecologia, comportamento animal, neurobiologia ou mesmo a genética (COCROFT & RYAN, 1995; SEYFARTH *et al.*, 2010). Porém, aqui daremos enfoque especial à comunicação acústica, relacionando-a com a ecologia de uma determinada taxocenose de anuros.

Hercule Florence, pesquisador europeu que veio em expedição ao Brasil durante o século 19, foi o primeiro pesquisador a formalmente documentar a comunicação acústica, (VIELLIARD, 1993). Ele percebeu que cada espécie possuía um canto próprio, e realizou uma tentativa de descrição dos cantos de espécies de aves por meio do uso do pentagrama musical. Para ele, o registro dessa informação era importante, uma vez que possibilitaria a identificação posterior das espécies. Mesmo tendo em conta a importância da especificidade vocal de Florence, deve-se ter em mente que nem todos os cantos emitidos pelas espécies vão carregar assinaturas específicas (VIELLIARD, 1987). Dentre o repertório das espécies, os cantos que carregam o código específico são os chamados “cantos funcionais” (*sensu* VIELLIARD (1987)) e podem variar entre os grupos. Por exemplo, enquanto para Psittacidae o canto funcional é o canto de vôo, que também está relacionado à coordenação aérea dos grupos (DE ARAÚJO *et al.*, 2011; MOURA *et al.*, 2011), para a maioria dos anuros o canto funcional é o de anúncio, vocalizações também relacionadas ao estabelecimento do território e atração de fêmeas (DUELLMAN & TRUEB, 1986). Mas, uma vez que as mensagens devem ser distintas entre si, existe alguma limitação para a codificação das vocalizações de uma grande diversidade de espécies ou um grande número de mensagens?

Tal como ocorre para diversos recursos, o espaço disponível para a comunicação acústica é limitado. Devido a limitações morfológicas, os organismos só podem utilizar uma pequena porção das frequências (FLETCHER, 2004), e no caso de uma grande similaridade no código, duas mensagens podem ser confundidas entre si. A sobreposição de frequências, por exemplo, pode interferir no reconhecimento de um sinal pelo efeito do mascaramento, de

forma que é muito tentador o uso da partição espectral como sendo a partição de recurso acústico (DE ARAÚJO *et al.*, 2011). No entanto, tal como o espaço ecológico de uma espécie, o espaço acústico é multivariado, apresentando-se por meio de diversas dimensões que podem ser analisadas individualmente ou em conjunto (DE ARAÚJO, 2011). LITTLEJOHN (1977) sugere quatro dimensões pelas quais o espaço acústico pode ser particionado para minimizar os efeitos do mascaramento: dimensão espectral (“*Spectral stratification*”), dimensão temporal (“*Temporal partitioning*”), dimensão espacial (“*Spatial separation*”) e ainda a diferenciação na codificação da mensagem (“*Differentiation of species-specific coding patterns*”).

Na dimensão espectral, a partição se dá através da redução na sobreposição das frequências (LITTLEJOHN, 1977). Visto que as espécies escutam melhor na faixa de frequência em que vocalizam (GERHARDT & SCHWARTZ, 2001; LOFTUS-HILLS & JOHNSTONE, 1970), ou ainda que o mascaramento entre duas espécies é maior a medida que suas frequências forem mais próximas (DE ARAÚJO, 2011; POMBAL JR., 2010), a partição de frequências é um mecanismo muito eficiente para o aumento da eficiência de transmissão de sinais. Uma vez que os ouvidos de sapos estão sintonizados à frequência de maior energia em seu canto, eles escutam melhor seu próprio canto do que um canto de outra espécie que apresente frequência diferente (Gerhardt & Schwartz 2001). Dessa forma, a partição na frequência dominante por si só é um importante componente na redução na competição pelo espaço acústico, mas como veremos abaixo está longe de ser o único.

Ainda que duas espécies utilizem a mesma frequência em suas vocalizações, esses cantos não estariam sobrepostos se emitidos em períodos diferentes. Assim, outro componente importante na partição do espaço acústico é o tempo. LITTLEJOHN (1977) descreve três maneiras básicas para a partição do nicho acústico no eixo do temporal: 1. Temporadas de reprodução: quando as espécies entrarem em período reprodutivo em diferentes épocas do ano; 2. Turno de vocalização: quando as espécies vocalizarem em diferentes horas do dia; 3. Alternância de vocalizações: quando espécies que vocalizam no mesmo turno e horário alternarem seus cantos ou vocalizarem em antifonia. É possível observar alguns exemplos na literatura de espécies que se reproduzem em diferentes temporadas ao longo do ano, bem como de espécies que particionam a dimensão temporal em turnos ao longo do dia (HADDAD, 1991; LINGNAU, 2009; POMBAL JR., 2010; PROTÁZIO *et al.*, 2014). LITTLEJOHN & MARTIN (1969) demonstraram a partição temporal em microescala (quando as espécies estão em sobreposição de temporada e turno de vocalização) para duas

espécies de Leptodactilidae (*Pseudophryne semimarmorata* e *Crinia victoriana*), onde *P. semimarmorata* parava de vocalizar sempre que escutava o canto de *C. victoriana* em uma intensidade acima de 80 dB.

Apesar de alguns autores enfatizarem a partição geográfica do espaço acústico com um enfoque em microhábitats (ou sítios) de vocalização (PROTÁZIO *et al.*, 2014; ROSSA-FERES & JIM, 2001), é necessário observar que a partição geográfica se dá em uma escala além de partição de microhábitats. Isso porque distâncias de alguns centímetros ou poucos metros podem não ser suficientes para evitar o mascaramento (MARTEN & MARLER, 1977). Assim, a partição geográfica do espaço acústico somente se dá em distâncias grandes o suficiente para que uma redução sensível na intensidade do canto impeça a interferência mútua por meio do decaimento esférico, ainda que essas distâncias possam se dar em agregados de indivíduos em dois extremos de uma lagoa.

O mascaramento ocorre pela sobreposição de duas vocalizações distintas, espectralmente, temporalmente e geograficamente. No entanto, o mascaramento não é o único processo envolvido na ineficiência de comunicação. Cada componente vocal de uma espécie tem um código distinto dos componentes vocais de outras espécies. Assim cada canto funcional de cada espécie deve possuir o código específico, representado na forma de singulares no sinal (LITTLEJOHN, 1977; VIELLIARD, 1987). O código normalmente é analisado por meio de medidas de estruturas físicas do som, tal como a taxa de emissão das notas, o número de pulsos, a banda de frequência, frequência dominante ou duração (DE ARAÚJO, 2011; DE ARAÚJO *et al.*, 2012; LINGNAU, 2009; PROTÁZIO *et al.*, 2014). Algumas vezes as análises de partição de nicho acústico consideram apenas o código como todo o nicho acústico (HADDAD, 1991; PROTÁZIO *et al.*, 2014). Para entender melhor, porém, as interações acústicas entre as espécies, devemos considerar a multidimensionalidade do espaço acústico, onde o código é apenas uma dessas dimensões (DE ARAÚJO, 2011).

Tal como exposto, ao buscarmos o entendimento das interações acústicas entre as espécies, devemos buscar uma abordagem integrada, analisando todas as dimensões possíveis do espaço acústico. Isso é especialmente importante na Mata Atlântica brasileira, onde há grande diversidade de espécies (HADDAD *et al.*, 2008).

Tendo isso em mente, esse trabalho busca o entendimento de como uma comunidade se estrutura a fim de permitir a comunicação efetiva de um grande número de espécies a partir de componentes do repertório vocal (objetivo geral). Para tal, examinamos as vocalizações quanto à partição temporal, espacial, espectral, além do código das espécies de anuros

encontradas na taxocenose da Mata Atlântica encontrada nos fragmentos de mata da Usina Japungu (PB) buscando responder as seguintes perguntas (objetivos específicos – hipóteses): Existe partição espectral entre as espécies estudadas? As espécies apresentam códigos específicos? As espécies que apresentam sobreposição espectral e de código particionam o nicho acústico na dimensão espacial ou temporal?

2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1. COLETA DE DADOS

Foram realizadas expedições mensais com duração de seis dias durante o período de um ano (março de 2013 a fevereiro de 2014). Os anuros foram encontrados através de buscas ativas limitadas por tempo (das 19:00 às 22:00h) e encontros ocasionais. Sempre que possível, os indivíduos foram gravados individualmente e coletados. Para realizar a gravação utilizou-se gravador digital Sony PCM-D50 ou PCM-M10 e microfone Shure Beta ou Rode NTG2, gravando no formato *Wave*, com 24 bits e taxa de amostragem de 48kHz. Os indivíduos foram sacrificados com injeções de cloridato de lidocaína a 2%, fixados com formalina a aproximadamente 4%, acondicionados em álcool a 70% e depositados na Coleção Herpetológica da Universidade Federal da Paraíba (CHUFPB).

Além das gravações individuais, realizou-se gravações de monitoramento acústico do ambiente a fim de perceber os padrões de partição temporal e geográfico dos anuros. Essas gravações foram realizadas através dos gravadores digitais Sony ICD-PX312F no formato mp3, com 16 bits e uma taxa de amostragem de 44100 Hz. Confeccionou-se cabanas protetoras camufladas com garrafas PET e meias-calças para que os gravadores pudessem resistir às adversidades, como chuva, sol, vento e roubo. Foi disposto um gravador em cada localidade (ver Figura I.1), funcionando cinco dias por mês e gravando 24h por dia.

Os nomes adotados para as espécies e suas famílias seguem o site *AmphibiaWeb* (AMPHIBIAWEB, 2014) e a metodologia descrita acima foi adaptada de PROTÁZIO (2012) e OSPINA *et al.* (2013).

2.2.2. ANÁLISES DAS GRAVAÇÕES

Para as gravações individuais foram mensuradas variáveis presentes nas notas dos cantos de anúncio de todas as espécies encontradas: frequência mínima, frequência máxima,

frequência dominante, banda de frequência, duração da nota e taxa de emissão da nota. As variáveis de frequência (Freq. mínima, máxima, dominante e banda de frequência) foram medidas em Hertz (Hz), a duração em milissegundos (ms) e a taxa de emissão em Hertz (Hz; ou pela própria definição de Hertz, número de notas ou pulsos por segundo). Para a descrição dos cantos, quando presentes, contou-se a quantidade de pulsos por nota e sua taxa de emissão média (em ms). Utilizou-se a seguinte nomenclatura (adaptada de GIASSEN & HADDAD (2006) e DUELLMAN & TRUEB (1986)):

- Canto: igual à vocalização, representa o som emitido pelo saco vocal dos indivíduos;
- Nota: unidade funcional do canto. Pode apresentar modulação na frequência, na amplitude e/ou estar subdividida em pulsos;
- Pulso: menor unidade encontrada em alguns cantos. Caracteriza-se por ser curto e geralmente dividir-se dos seguintes por curtos silêncios.

Todas as análises de canto foram realizadas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) através do pacote *seewave* (SUEUR *et al.*, 2008). As medidas relacionadas ao tempo foram realizadas através de oscilogramas. Para verificar a frequência dominante utilizou-se o espectro de potência e para as demais medidas de frequência em espectrogramas a uma resolução de 256, sem sobreposição (*overlap*) e uma faixa dinâmica de -40 à 0 dB.

Como é esperada variação sazonal na riqueza de espécies, analisou-se amostras de gravações de monitoramento referentes ao mês mais seco (novembro) e ao mês mais chuvoso (junho). Foram analisadas 48h de cada um desses meses através da escuta de uma amostragem de 6 minutos a cada hora, para todas as cinco localidades (Figura I.1). Foram registradas as espécies escutadas, bem como a hora e a localidade em que elas vocalizaram, a fim de buscar um padrão de partição temporal e espacial.

2.2.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Devido a natureza multivariada do código acústico, foi realizada uma Análise Discriminante (DFA) com validação cruzada para verificar se as espécies se separam com base nas variáveis coletadas (MARQUES *et al.*, 2010; TABACHNICK & FIDELL, 2007). Para visualização gráfica, foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA). A variável frequência mínima foi excluída das análises por apresentar uma correlação acima de 80% com frequência dominante. Se as variáveis escolhidas forem suficientes para separar as espécies estudadas, espera-se que ocorra uma alta taxa de classificação correta da DFA.

Para verificar a partição espectral, realizou-se um *boxplot* apresentando a média da frequência dominante dos cantos de anúncio de cada espécie, juntamente com um intervalo de confiança de 95% ($1.98 \times \text{desvio-padrão}$), máximo e mínimo. Adicionalmente realizamos uma ANOVA, com teste a posteriori de Tukey, para verificar diferenças no uso das frequências dominantes pelas espécies.

Para estimar diferenças na composição das espécies nas gravações de monitoramento acústico para as cinco diferentes localidades, utilizou-se o Índice de Dissimilaridade de Jaccard (1-Jaccard). O índice foi utilizado na confecção de um dendrograma com os resultados de Jaccard através de uma análise de Cluster pelo método UPGMA, que indica graficamente a similaridade na composição das comunidades de anuros por meio do agrupamento de localidades similares.

Por fim, utilizamos a lista de espécies obtidas pela escuta dos arquivos de monitoramento (ver acima) para verificar se as espécies utilizam o espaço acústico de forma temporalmente diferenciada. Por meio da utilização dos dados de registro das espécies realizou-se um gráfico de barras circular evidenciando diferenças nos padrões de utilização temporal do espaço acústico em termos da época do ano (Estação seca ou chuvosa) e no período de vocalização durante o dia.

Todas as análises estatísticas foram conduzidas no programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) através de pacotes específicos e o nível de significância adotado foi de 0.05. Para a DFA utilizou-se o pacote *MASS* (VENABLES & RIPLEY, 2002), para a visualização em três dimensões da PCA utilizou-se o pacote *rgl* (ADLER *et al.*, 2014), para os demais gráficos utilizou-se os pacotes *ggplot2* (partição espectral e temporal) (WICKHAM, 2009) e *graphics* (dendrograma) (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014). O cálculo do Índice de Dissimilaridade de Jaccard foi realizado através do pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2013), a Análise de Cluster através do pacote *stats* (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) e a Análise de Variância (ANOVA) através da análise espectral do pacote *agricolae* (MENDIBURU, 2014).

2.3. RESULTADOS

Foram gravados indivíduos de 15 espécies. Seleccionamos as vocalizações tendo em conta a relação sinal-ruído, sendo analisadas, ao todo, 74 (290 notas) gravações distribuídas entre as espécies (Tabela 2.1).

Tabela 2.1: Família, número de gravações e notas analisadas por espécie.

Família	Espécie	Gravações	Notas
Bufonidae			
	<i>Rhinella crucifer</i>	2	7
Craugastoridae			
	<i>Pristimantis ramagii</i>	4	13
Hylidae			
	<i>Dendropsophus branneri</i>	6	24
	<i>Dendropsophus minutus</i>	24	96
	<i>Dendropsophus nanus</i>	1	4
	<i>Dendropsophus soaresi</i>	5	20
	<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	6	22
	<i>Hypsiboas raniceps</i>	1	4
	<i>Phyllomedusa nordestina</i>	6	24
	<i>Scinax eurydice</i>	4	16
	<i>Scinax fuscomarginatus</i>	1	4
	<i>Scinax nebulosus</i>	3	12
	<i>Scinax x-signatus</i>	8	32
Leptodactylidae			
	<i>Leptodactylus natalensis</i>	2	8
	<i>Physalaemus albifrons</i>	1	4
	TOTAL	74	290

2.3.1. A DIMENSÃO ESPECTRAL DO ESPAÇO ACÚSTICO

As quinze espécies analisadas podem ser separadas em quatro grupos distintos de acordo com diferenças na frequência dominante das suas vocalizações (ANOVA $F_{14,275}=128$, $p<0.0001$). *Dendropsophus branneri* a única espécie que ficou isolada ($\bar{X}_{Fdom}= 6673 \pm 312$ Hz; Figura 2.1) e apresenta frequência dominante distinta de todas as outras espécies. Todas as outras espécies apresentam frequências dominantes sobrepostas com outras, indicando a possibilidade de interferência mútua (Figura 2.1). O grupo B apresentou médias da frequência dominante compreendidas entre 4257 e 4712 Hz. O grupo C apresentou valores médios entre 3395 e 4257 Hz, o grupo D entre 2174 e 3395 Hz e o grupo E entre 1058 e 2174 Hz.

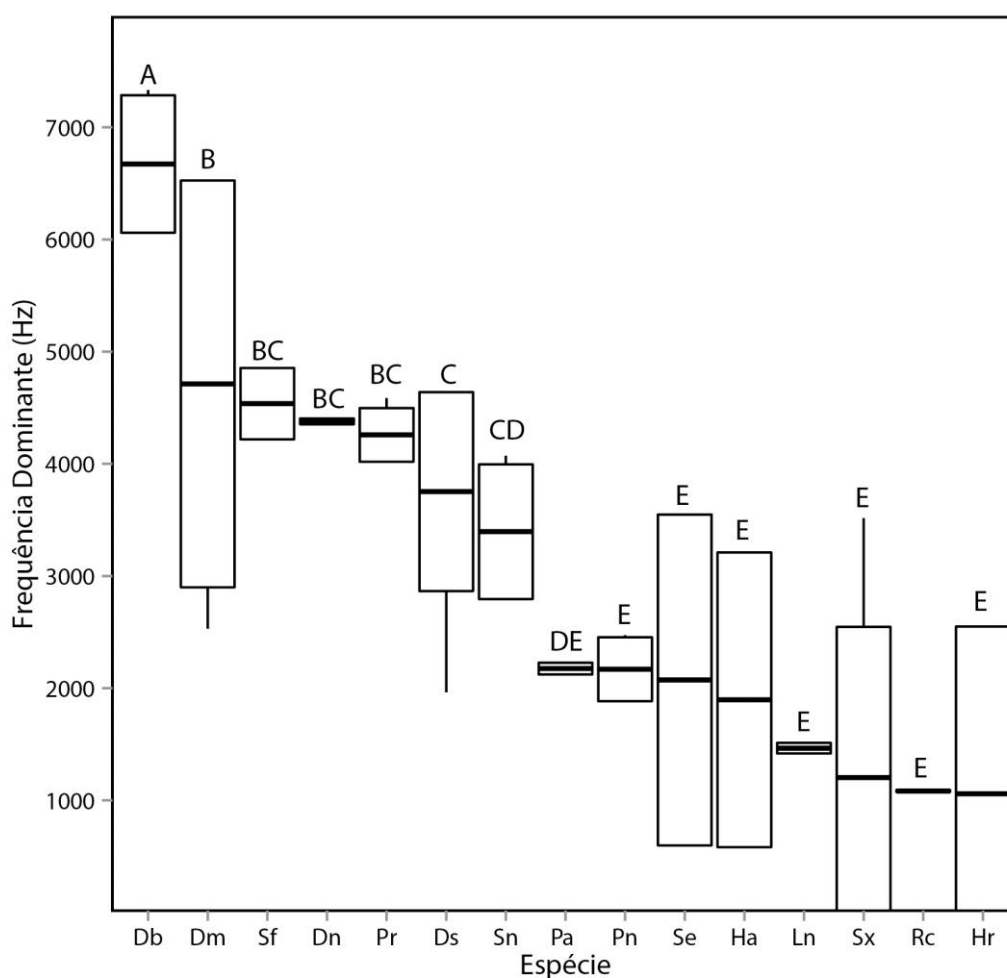


Figura 2.1: Distribuição das médias, intervalo de confiança de 95%, ,máximos e mínimos da frequência dominante observada para as espécies analisadas. Letras iguais representam espécies que não diferiram com relação à ANOVA realizada. Db=*Dendropsophus branneri*; Dm=*D. minutus*; Dn=*D. nanus*; Ds=*D. soaresi*; Ha=*Hypsiboas albomarginatus*; Hr=*H. raniceps*; Ln=*Leptodactylus natalensis*; Pa=*Physalaemus albifrons*; Pn=*Phyllomedusa nordestina*; Pr=*Pristimantis ramagii*; Rc=*Rhinella crucifer*; Se=*S. eurydice*; Sf=*S. fuscomarginatus*; Sn=*S. nebulosus*; Sx=*S. x-signatus*.

2.3.2. O CÓDIGO NO ESPAÇO ACÚSTICO

2.3.2.1. OS CANTOS DE ANÚNCIO (RESULTADOS E DISCUSSÃO)

***Dendropsophus branneri*:** Os indivíduos dessa espécie foram encontrados vocalizando próximos a lagoas (permanentes e temporárias) e regiões alagadas de rios, principalmente, durante os meses de maior pluviosidade (abril à agosto). Foram observados vocalizando empoleirados em herbáceas emergentes ou nas margens dos corpos d'água. O canto de anúncio apresenta notas com estrutura simples, caracterizando-se por apresentar a menor duração em comparação com as outras espécies desse estudo (duração = 11.94 ± 3.26 ms), com

a média da frequência dominante sendo 6673 Hz, a maior frequência dominante dentre as espécies estudadas. O canto é dividido em uma média de 3.92 ± 0.97 pulsos, emitidos a uma taxa de emissão média de 387.33 ± 53.1 Hz. A média da banda de frequência é 2257 Hz. Essa espécie foi observada emitindo notas isoladas (taxa de emissão = 01.71 ± 0.76 Hz) e, em noites com maior densidade, notas agrupadas (não analisadas). Essas notas agrupadas podem conter alguma informação territorial, sendo um padrão observado também para outras espécies de Hylidae estudadas. Para mais detalhes, ver Tabela 2.2 e Figura 2.2. O canto de anúncio dessa espécie foi inicialmente descrito por NUNES *et al.* (2007).

***Dendropsophus minutus*:** Espécie com o maior número de gravações analisadas (Tabela 2.1), foi encontrada durante todo o ano, vocalizando nos mesmos tipos de ambientes que *D. branneri* (lagoas e áreas alagadas de rios), porém em vários tipos de sítios diferentes: empoleirados em herbáceas emergentes; em herbáceas nas margens dos corpos d'água; em arbustos; sobre vitórias-régias. CARDOSO & HADDAD (1984) e MORAIS (2012) descrevem, ao menos, três tipos de notas diferentes (notas A, B e C), podendo ser emitidas agrupadas ou isoladas (apenas notas tipo A e B). O aumento na taxa de emissão e a presença de notas agrupadas podem estar associados a interações agressivas ou territoriais, variando de acordo com a proximidade de outros machos (CARDOSO & HADDAD, 1984; MORAIS, 2012). Portanto, para este estudo, considerou-se apenas a nota do tipo A descrita por esses autores, por ter sido a nota mais abundante e ser emitida, mesmo em situações de baixa densidade. Essa nota se caracteriza por apresentar uma estrutura pulsada com uma média de 24.25 ± 4.8 , pulsos emitidos a uma taxa de emissão média de 231.76 ± 20.09 Hz, a nota apresenta uma duração média de 117.19 ms, taxa de emissão média de 0.21 Hz, frequência dominante média de 4712 Hz e a média da banda de frequência de 3864 Hz (Tabela 2.2; Figura 2.2).

***Dendropsophus nanus*:** Espécie com apenas um indivíduo gravado. Foram observados vários indivíduos vocalizando empoleirados na vegetação emergente em um agregado na área alagada de um rio à beira da estrada. MARTINS & JIM (2003) descrevem dois tipos diferentes de notas (A e B) para essa espécie, podendo ser emitidas isoladas ou agrupadas. Assim como descrito anteriormente, para *D. branneri* e *D. minutus*, as notas compostas estão associadas à uma maior densidade local de indivíduos. Portanto, para esse estudo foi utilizada apenas a nota A isolada (taxa de emissão = 1.02 ± 0.34 Hz), tanto por ter sido a mais abundante na gravação quanto a título de comparação com as outras espécies estudadas. A nota caracteriza-

se por se pulsada (média de 13.25 ± 1.26 pulsos emitidos uma taxa de emissão média de 351.52 ± 27.89 Hz), apresentar curta duração ($\bar{X} = 41.06 \pm 1.61$ ms), frequência dominante média de 4378 Hz e uma banda de frequência média de 2031 Hz (Tabela 2.2.; Figura 2.2).

***Dendropsophus soaresi*:** Os indivíduos dessa espécie foram observados vocalizando apenas durante os meses de maior pluviosidade (abril à agosto) e durante dias em que ocorreram chuvas. Os sítios de vocalização foram árvores e arbustos, nas margens da Lagoa Encantada. O canto de anúncio, inicialmente descrito por GUIMARÃES *et al.* (2001), apresenta notas pulsadas com 34.05 ± 2.52 , pulsos emitidos a uma taxa de emissão média de 96.72 ± 1.78 Hz, sendo uma das que apresenta a maior duração na taxocenose ($\bar{X} = 360.04 \pm 25.67$ ms). Frequência dominante média de 3752 Hz e uma banda de frequência média de 3105 Hz (Tabela 2.2; Figura 2.2).

***Hypsiboas albomarginatus*:** Indivíduos foram encontrados vocalizando durante todo o ano, empoeirados em vegetação emergente de poças temporárias (em meio ao canavial - próximas ao Rio Vermelho), na Lagoa Encantada (permanente) e áreas alagadas do Rio Vermelho. O canto de anúncio dessa espécie pode ser caracterizado por notas emitidas de forma isolada ou composta, sendo a primeira forma emitida no início ou no final do período de atividade e em dias com baixa densidade de machos vocalizando. Já a segunda sendo emitida durante noites com altas densidades (GIASSON & HADDAD, 2006). Porém, nesse estudo, as notas isoladas foram raras, mesmo em noites com baixas densidades de machos vocalizando. Por isso, foram analisadas as notas agrupadas. As notas se caracterizam por apresentarem 24.09 ± 6.09 pulsos emitidos a uma taxa de emissão média de 128.87 ± 12.81 Hz, duração média de 190.07 ms, taxa de emissão na média de 2.51 Hz, frequência dominante média de 1896 Hz e uma média de banda de frequência de 2313 Hz (Tabela 2.2; Figura 2.2).

***Hypsiboas raniceps*:** Observada vocalizando durante o período chuvoso (maio à agosto) em arbustos emergentes de poças temporárias em meio ao canavial, próximas ao Rio Vermelho, e na margem de um alagado do Rio Vermelho, a espécie só teve um indivíduo gravado. O canto teve suas variáveis descritas inicialmente por HÖLD (1977). O canto dessa espécie, nesse estudo, apresentou notas pulsadas (média de 8 ± 0.82 pulsos emitidos a uma taxa de emissão média de 70.84 ± 3.06 Hz), duração na média de 121.83 ms, taxa de emissão média de 3.01 Hz,

banda de frequência média de 2925 Hz e a menor frequência dominante entre as espécies desse estudo, $\bar{X}$ =1058 Hz (Tabela 2.2; Figura 2.3).

***Leptodactylus natalensis*:** Essa espécie foi observada vocalizando, principalmente, nos meses chuvosos (maio à agosto) em áreas pantanosas nas margens do Rio Vermelho e de lagoas temporárias em meio ao canavial. Tendo sido descrito inicialmente por HEYER & CARVALHO (2000a), no presente estudo o canto dessa espécie caracteriza-se por apresentar notas com uma brusca modulação ascendente na frequência, uma duração média de 37.55 ms, a maior taxa de emissão dessa pesquisa ($\bar{X}$ =3.86 Hz), 1465 Hz de frequência dominante média e 1295 Hz de banda de frequência média (Tabela 2.2; Figura 2.3).

***Physalaemus albifrons*:** Apenas um indivíduo dessa espécie foi observado vocalizando parcialmente submerso na borda de uma lagoa artificial permanente na base da Usina Japungú, durante um dos primeiros meses do período de chuva (maio). Essa espécie é, morfológicamente, muito semelhante à outra do mesmo gênero (*P. kroyeri*), porém ao compararmos os dados desse estudo aos de BOKERMANN (1966) confirma-se a identificação como *P. albifrons*. O canto apresenta uma pequena modulação na amplitude e se assemelha a um gemido curto não muito agudo (BOKERMANN, 1966), apresentando aqui uma frequência dominante na média dos 2174 Hz (Figura 2.3), uma duração média de 236.81 ms, taxa de emissão na média de 0.51 Hz, e uma banda de frequência média de 3542 Hz (Tabela 2.2).

***Phyllomedusa nordestina*:** Foi encontrada vocalizando durante todos os meses do ano em arbustos e herbáceas nas margens dos corpos d'água: Lagoa Encantada; poças temporárias (em meio ao canavial e na estrada); áreas alagadas do Rio Vermelho. Descrito inicialmente por VILAÇA *et al.* (2011), o canto de anúncio dessa espécie assemelha-se a um estalo curto. No presente estudo a nota apresentou uma frequência dominante média de 2169 Hz, estando subdividida em 2.88 ± 0.34 pulsos emitidos a uma taxa de emissão média de 144.47 ± 23.1 Hz (Figura 2.3). Apresenta ainda uma média da banda de frequência de 1460 Hz, duração média da nota de 21.52 ms, taxa de emissão da nota na média de 0.6 Hz (Tabela 2.2).

***Pristimantis ramagii*:** Encontrada vocalizando o ano inteiro, principalmente em dias de chuva, essa espécie apresentou o hábito de vocalizar sempre empoleirada em árvores, arbustos e trepadeiras. Os indivíduos que vocalizavam estavam sempre distantes (5 m ou mais) dos

corpos d'água e dentro da mata fechada, sendo a única espécie que foi observada vocalizando nesse tipo de ambiente. O canto de anúncio lembra, em alguns momentos, um grilar e foi descrito como enigmático por apresentar duas bandas de frequência que não tem relação harmônica (HEYER & CARVALHO, 2000b). Neste trabalho porém, não foi realizado esse tipo de análise. As notas do canto dessa espécie apresentaram uma estrutura pulsada, com 3.92 ± 1.75 pulsos emitidos a uma taxa média de 15.20 ± 1.66 Hz. A duração média da nota foi 32.16 ms, emitidas a uma taxa média de 00.49 Hz, com uma média de frequência dominante de 4257 Hz e banda de frequência média de 2088 Hz (Tabela 2.2; Figura 2.3).

***Rhinella crucifer*:** Com o canto descrito por OLIVEIRA *et al.* (2014), essa espécie foi encontrada vocalizando aglomerada em uma poça temporária no canavial próximo ao Rio Vermelho. Foram gravados apenas dois indivíduos, porém todos os indivíduos que vocalizavam no aglomerado estavam parcialmente submersos ou sobre pequenas ilhas no interior da poça. Nessa pesquisa, essa foi a espécie que apresentou as notas do canto de anúncio com maior duração ($\bar{X}=2515 \pm 402.71$ ms) e menor média de taxa de emissão de nota ($\bar{X}=0.12 \pm 0.04$ Hz). As notas dessa espécie apresentaram estrutura pulsada, 63.85 ± 10.58 pulsos por nota, emitidos a uma taxa média de 25.40 ± 2.69 Hz. A frequência dominante média da nota é de 1083 Hz e a média da banda de frequência é 867 Hz, sendo essa última a menor encontrada (Tabela 2.2; Figura 2.4).

***Scinax eurydice*:** Essa espécie foi observada vocalizando o ano inteiro na Lagoa Encantada, com indivíduos vocalizando empoleirados nos ramos emergentes de uma árvore caída, em arbustos nas margens da lagoa e troncos caídos em meio à vegetação da margem da lagoa. O canto apresenta notas com uma estrutura pulsada sempre com dois pulsos emitidos a uma taxa de emissão média de 23.16 ± 2.84 Hz. Apesar do padrão encontrado divergir do encontrado por POMBAL-JÚNIOR *et al.* (1995), onde foram observados três pulsos por nota (pulsos e nota foram definidos por eles como notas e canto, respectivamente), as outras variáveis foram coincidentes. Os machos dessa espécie foram observados, geralmente, vocalizando em antifonia (*sensu* LITTLEJOHN (1977)) com outro macho. As variáveis físicas desse canto estão na média de 77.27 ms para duração da nota, 01.34 Hz para taxa de emissão da nota, 2073 Hz de frequência dominante e 4077 Hz para a banda de frequência (Tabela 2.2; Figura 2.4).

***Scinax fuscomarginatus*:** Foram observados apenas dois indivíduos dessa espécie vocalizando, porém apenas um gravado, no mês de julho (mês de maior média pluviométrica). Ambos foram observados empoleirados em herbáceas emergentes em uma poça temporária próxima ao Rio Vermelho. Com o canto de anúncio descrito inicialmente por POMBAL-JÚNIOR *et al.* (1995) e o repertório vocal por TOLEDO & HADDAD (2005), essa espécie apresentou o canto de anúncio com estrutura pulsada com 57.75 ± 2.22 pulsos por nota emitidos a uma taxa média de 146.73 ± 6.38 Hz. A frequência dominante da nota encontra-se na média de 4536.58 Hz, com uma banda de frequência média de 3354.13 Hz e duração média de 390.11 ms, emitida a uma taxa média de 00.16 Hz (Tabela 2.2; Figura 2.4).

***Scinax nebulosus*:** Essa espécie apresentou poucos indivíduos vocalizando durante o ano inteiro, sendo observada vocalizando na vegetação emergente das margens dos Rios Vermelho e Pirucaia, em poças temporárias em meio ao canavial, próximas ao Rio Vermelho, e apenas um indivíduo vocalizando empoleirado em uma árvore na margem da Lagoa Encantada, no mês de junho. Essa espécie teve as variáveis de seu canto descritas por DUELLMAN & PYLES (1983), que identificaram a espécie como *Ololygon eglerti*, sinônimo de *S. nebulosus* (FROST, 2014). O canto de anúncio dessa espécie apresentou notas com estrutura pulsada, 9.83 ± 4.06 pulsos por nota emitidos a uma taxa de emissão média de 52.46 ± 5.87 Hz. As notas apresentaram modulação ascendente na amplitude, com o primeiro pulso apresentando menos energia que o último, e as médias de suas variáveis mensuradas são: 194.54 ms (duração), 00.70 Hz (taxa de emissão), 3395 Hz (frequência dominante) e 3464 Hz (banda de frequência) (Tabela 2.2; Figura 2.4).

***Scinax x-signatus*:** Sendo considerado um complexo de espécies (RODRIGUES *et al.*, 2010), essa espécie foi escutada durante todo o ano. Foram observados indivíduos vocalizando sobre o solo e empoleirada em árvores, arbustos e herbáceas, sempre em meio à vegetação e nas margens de corpos d'água (poças temporárias e Lagoa Encantada). O canto de anúncio dessa espécie está em processo de descrição por MÂNGIA *et al.* (2014. in prep.). No local do estudo, o canto de anúncio dessa espécie apresenta padrão pulsado, com 8.36 ± 0.99 pulsos por nota emitidos a uma taxa de emissão média de 55.92 ± 4.31 Hz (Figura 2.4) e a maior banda de frequência dentre as espécies estudadas ($\bar{X}=4062.87 \pm 586.07$). A duração média das notas do canto dessa espécie é de 149.66 ms, com taxa de emissão média de 01.03 Hz e média de frequência dominante de 1203 Hz (Tabela 2.2).

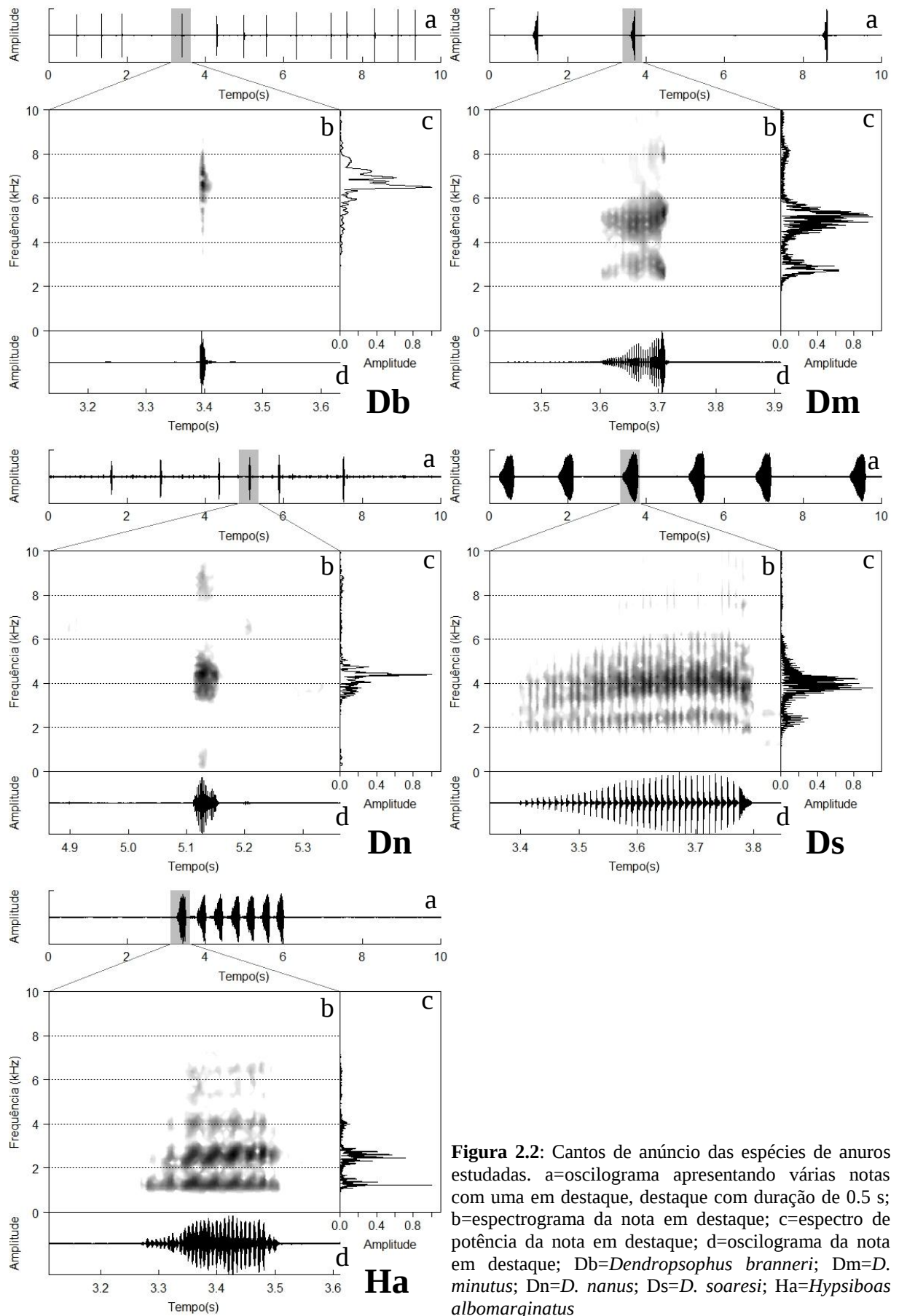


Figura 2.2: Cantos de anúncio das espécies de anuros estudadas. a=oscilograma apresentando várias notas com uma em destaque, destaque com duração de 0.5 s; b=espectrograma da nota em destaque; c=espectro de potência da nota em destaque; d=oscilograma da nota em destaque; Db=*Dendropsophus branneri*; Dm=*D. minutus*; Dn=*D. nanus*; Ds=*D. soaresi*; Ha=*Hysiboas albomarginatus*

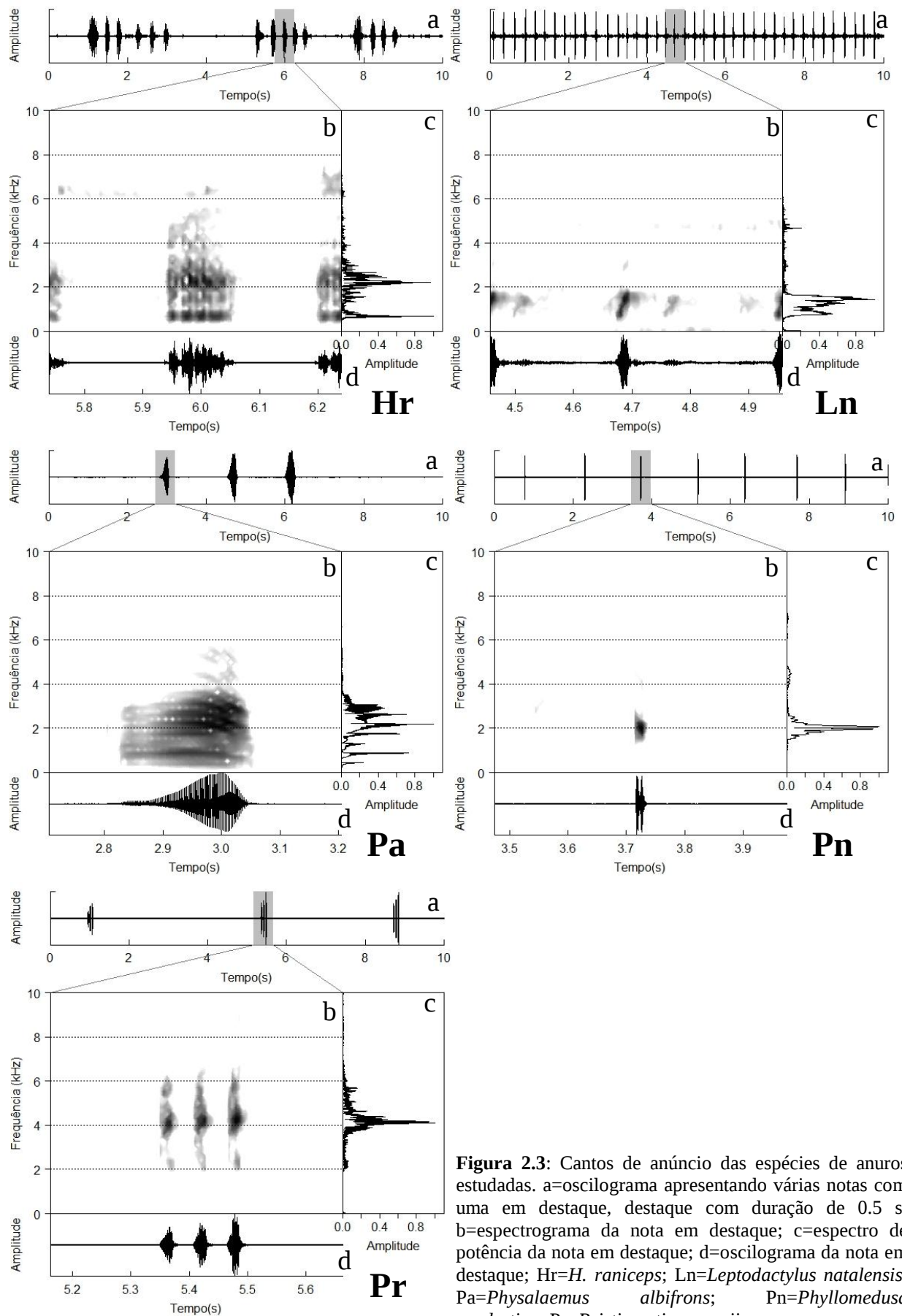


Figura 2.3: Cantos de anúncio das espécies de anuros estudadas. a=oscilograma apresentando várias notas com uma em destaque, destaque com duração de 0.5 s; b=espectrograma da nota em destaque; c=espectro de potência da nota em destaque; d=oscilograma da nota em destaque; Hr=*H. raniceps*; Ln=*Leptodactylus natalensis*; Pa=*Physalaemus albifrons*; Pn=*Phyllomedusa nordestina*; Pr=*Pristimantis ramagii*

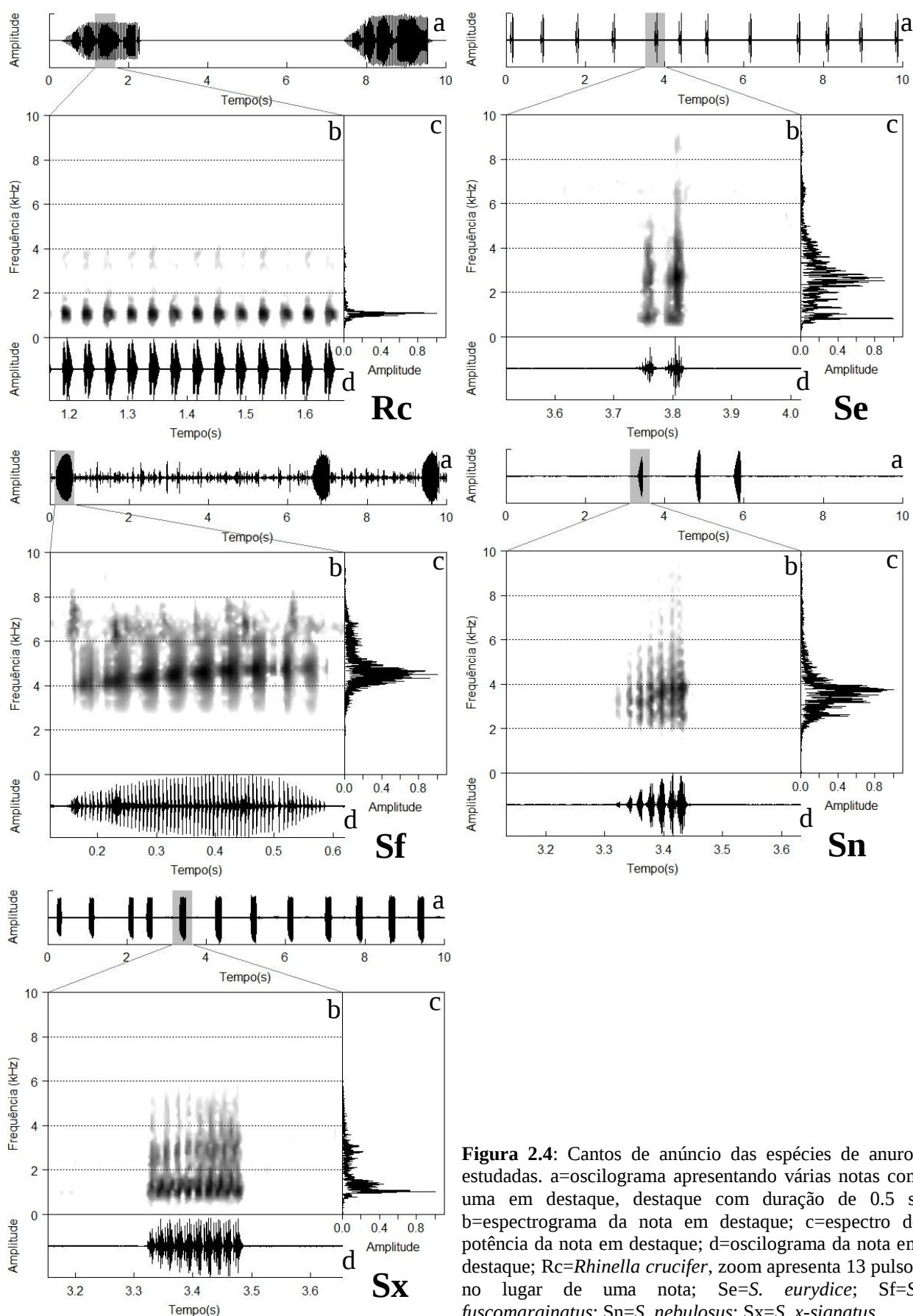


Figura 2.4: Cantos de anúncio das espécies de anuros estudadas. a=oscilograma apresentando várias notas com uma em destaque, destaque com duração de 0.5 s; b=espectrograma da nota em destaque; c=espectro de potência da nota em destaque; d=oscilograma da nota em destaque; Rc=*Rhinella crucifer*, zoom apresenta 13 pulsos no lugar de uma nota; Se=*S. eurydice*; Sf=*S. fuscomarginatus*; Sn=*S. nebulosus*; Sx=*S. x-signatus*.

Tabela 2.2: Descrição das variáveis presentes em todos os cantos de anúncio das 16 espécies de anuros estudados. Dados apresentados por média $\pm$ 1 desvio-padrão. Db=*Dendropsophus branneri*; Dm=*D. minutus*; Dn=*D. nanus*; Ds=*D. soaresi*; Ha=*Hypsiboas albomarginatus*; Hr=*H. raniceps*; Ln=*Leptodactylus natalensis*; Pa=*Physalaemus albifrons*; Pn=*Phyllomedusa nordestina*; Pr=*Pristimantis ramagii*; Rc=*Rhinella crucifer*; Se=*S. eurydice*; Sf=*S. fuscomarginatus*; Sn=*S. nebulosus*; Sx=*S. x-signatus*; Fmin=frequência mínima; Fmax=frequência máxima; Fdom=frequência dominante; BandaF=banda de frequência; Dnota=duração da nota; Txnota=taxa de emissão da nota.

Espécie	Fmin (Hz)	Fmax (Hz)	Fdom (Hz)	BandaF (Hz)	Dnota (ms)	Txnota (Hz)
Db	5836 $\pm$ 464	8093 $\pm$ 256	6673 $\pm$ 313	2257 $\pm$ 317	11.94 $\pm$ 03.26	01.71 $\pm$ 00.76
Dm	2236 $\pm$ 466	6101 $\pm$ 484	4713 $\pm$ 925	3864 $\pm$ 243	117.19 $\pm$ 24.41	00.21 $\pm$ 00.11
Dn	3315 $\pm$ 65	5346 $\pm$ 134	4379 $\pm$ 13	2031 $\pm$ 82	41.06 $\pm$ 01.61	01.02 $\pm$ 00.34
Ds	1763 $\pm$ 105	4869 $\pm$ 595	3753 $\pm$ 452	3106 $\pm$ 519	360.04 $\pm$ 25.67	00.73 $\pm$ 00.14
Ha	963 $\pm$ 40	3277 $\pm$ 342	1897 $\pm$ 670	2314 $\pm$ 357	190.07 $\pm$ 42.58	02.51 $\pm$ 00.37
Hr	406 $\pm$ 42	3331 $\pm$ 274	1059 $\pm$ 761	2925 $\pm$ 285	121.83 $\pm$ 04.75	03.01 $\pm$ 01.49
Ln	577 $\pm$ 42	1873 $\pm$ 62	1465 $\pm$ 24	1296 $\pm$ 86	37.55 $\pm$ 10.28	03.86 $\pm$ 00.37
Pa	317 $\pm$ 41	3860 $\pm$ 104	2175 $\pm$ 27	3543 $\pm$ 138	236.81 $\pm$ 15.51	00.51 $\pm$ 00.24
Pn	1431 $\pm$ 89	2892 $\pm$ 217	2169 $\pm$ 145	1460 $\pm$ 232	21.52 $\pm$ 01.73	00.60 $\pm$ 00.22
Pr	3714 $\pm$ 126	5802 $\pm$ 624	4258 $\pm$ 122	2088 $\pm$ 651	232.16 $\pm$ 133.26	00.49 $\pm$ 00.43
Rc	631 $\pm$ 17	1499 $\pm$ 41	1084 $\pm$ 04	868 $\pm$ 46	2515.00 $\pm$ 402.71	00.12 $\pm$ 00.04
Se	567 $\pm$ 101	4644 $\pm$ 842	2073 $\pm$ 752	4077 $\pm$ 920	77.27 $\pm$ 08.17	01.34 $\pm$ 00.32
Sf	3140 $\pm$ 25	6494 $\pm$ 93	4537 $\pm$ 162	3354 $\pm$ 112	390.11 $\pm$ 08.25	00.16 $\pm$ 00.10
Sn	1993 $\pm$ 230	5458 $\pm$ 625	3395 $\pm$ 306	3464 $\pm$ 815	194.54 $\pm$ 97.56	00.70 $\pm$ 00.40
Sx	633 $\pm$ 84	4696 $\pm$ 628	1203 $\pm$ 686	4063 $\pm$ 586	149.66 $\pm$ 18.91	01.03 $\pm$ 00.30

2.3.2.2. A ESPECIFICIDADE DO CÓDIGO

Os resultados da Análise Discriminante (DFA) mostram que existe diferença entre as espécies estudadas (Wilks' $\lambda=2.4363 \times 10^{-05}$; $F_{14,275}=153.66$; $p<0.0001$). A análise classificou corretamente 90.69% das vocalizações (263 de 290), os detalhes da classificação podem ser observados na Tabela 2.3. A separação entre as espécies pode ser visualizada através do gráfico da PCA na Figura 2.5. Utilizando os três primeiros componentes da PCA foi possível observar boa separação entre as espécies (Figura 2.5). Os três primeiros componentes principais (PCs) da PCA sintetizam 46%, 23% e 19% da variação dos dados, respectivamente.

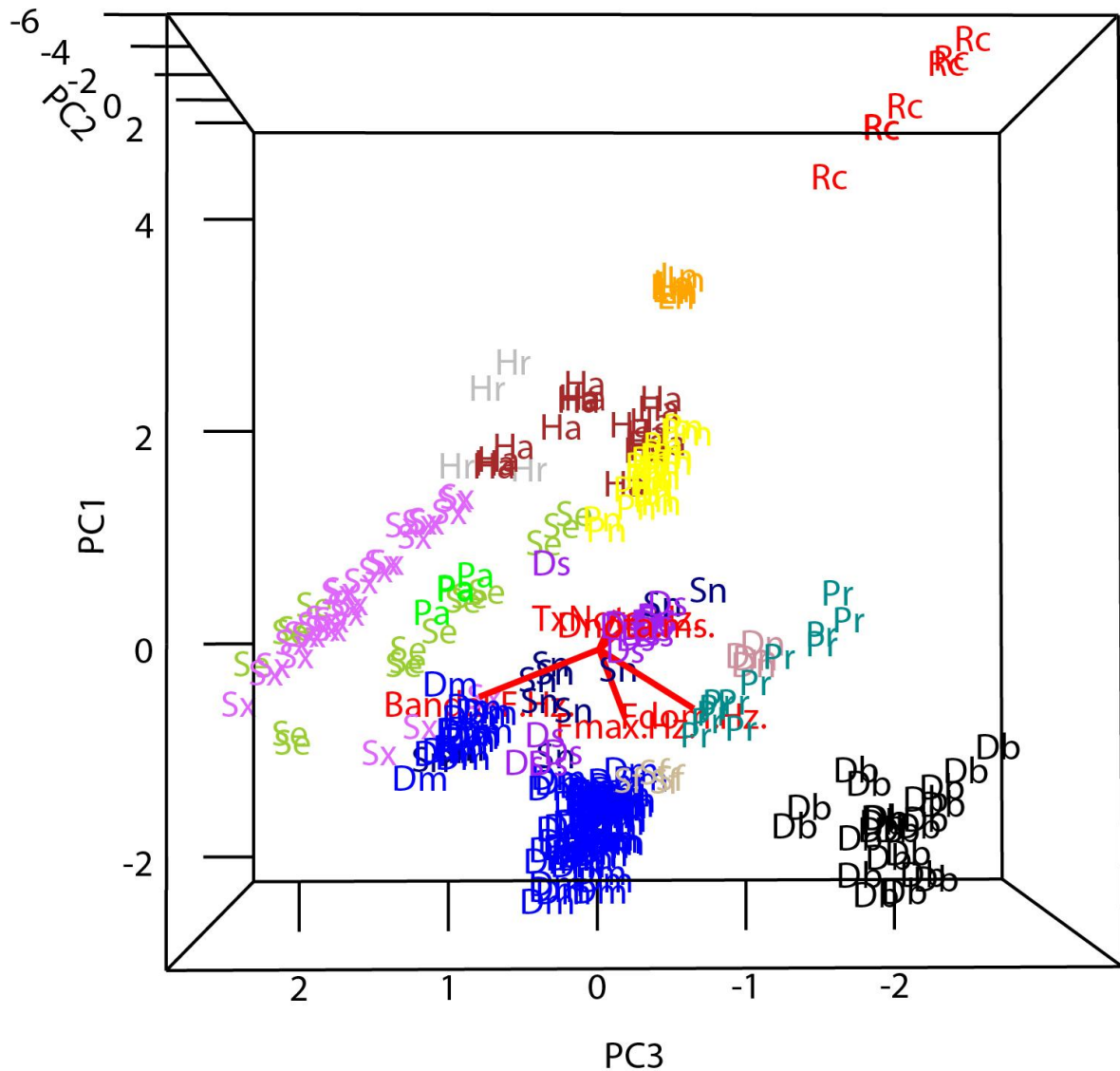


Figura 2.5: Gráfico com os três primeiros componentes da PCA. PC=Componente Principal; Db=*Dendropsophus branneri*; Dm=*D. minutus*; Dn=*D. nanus*; Ds=*D. soaresi*; Ha=*Hypsiboas albomarginatus*; Hr=*H. raniceps*; Ln=*Leptodactylus natalensis*; Pa=*Physalaemus albifrons*; Pn=*Phyllomedusa nordestina*; Pr=*Pristimantis ramagii*; Rc=*Rhinella crucifer*; Se=*Scinax eurydice*; Sf=*S. fuscomarginatus*; Sn=*S. nebulosus*; Sx=*S. x-signatus*. Para visualização do gráfico interativo acesse: <https://dl.dropboxusercontent.com/u/81816480/2014.Dissert.Suplement/CRSimoes_PCA3D.html>.

Tabela 2.3: Matriz de classificação da Análise Discriminante (DFA). Números representam a porcentagem de classificações par-a-par calculadas pela DFA. As espécies das linhas foram classificadas em relação às espécies das colunas; "-" representa células com porcentagem de classificações iguais à zero; Db=*Dendropsophus branneri*; Dm=*D. minutus*; Dn=*D. nanus*; Ds=*D. soaresi*; Ha=*Hypsiboas albomarginatus*; Hr=*H. raniceps*; Ln=*Leptodactylus natalensis*; Pa=*Physalaemus albifrons*; Pn=*Phyllomedusa nordestina*; Pr=*Pristimantis ramagii*; Rc=*Rhinella crucifer*; Se=*S. eurydice*; Sf=*S. fuscomarginatus*; Sn=*S. nebulosus*; Sx=*S. x-signatus*.

	Db	Dm	Dn	Ds	Ha	Hr	Ln	Pa	Pn	Pr	Rc	Se	Sf	Sn	Sx
Db	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dm	-	94	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	5	-
Dn	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ds	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ha	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hr	-	-	-	-	-	50	25	-	-	-	-	-	-	-	25
Ln	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-
Pa	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-
Pn	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-
Pr	-	-	8	-	-	-	-	-	-	77	-	-	15	-	-
Rc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-
Se	-	-	-	-	-	-	-	6	12	-	-	56	-	-	25
Sf	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-
Sn	-	17	-	25	-	-	-	-	8	-	-	-	-	50	-
Sx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	91

2.3.3. A DIMENSÃO ESPACIAL DO ESPAÇO ACÚSTICO

As áreas de monitoramento acústico foram agrupadas de acordo com uma análise de Dissimilaridade de Jaccard, com as espécies encontradas em cada área (Figura 2.6). Observa-se que as áreas do Rio Pirucaia e Lagoa Encantada formam um grupo e as outras três do Rio Vermelho formam outro. Os resultados indicam uma partição geográfica parcial uma vez que a composição das espécies muda entre as localidades, mas ainda assim um grande número de espécies está presente em todas as áreas.

Vale salientar que existem espécies apresentadas aqui que não estão na análise de código e partição espectral, porque aqui se considerou todas as espécies escutadas independentemente do fato delas terem sido gravadas individualmente ou não.

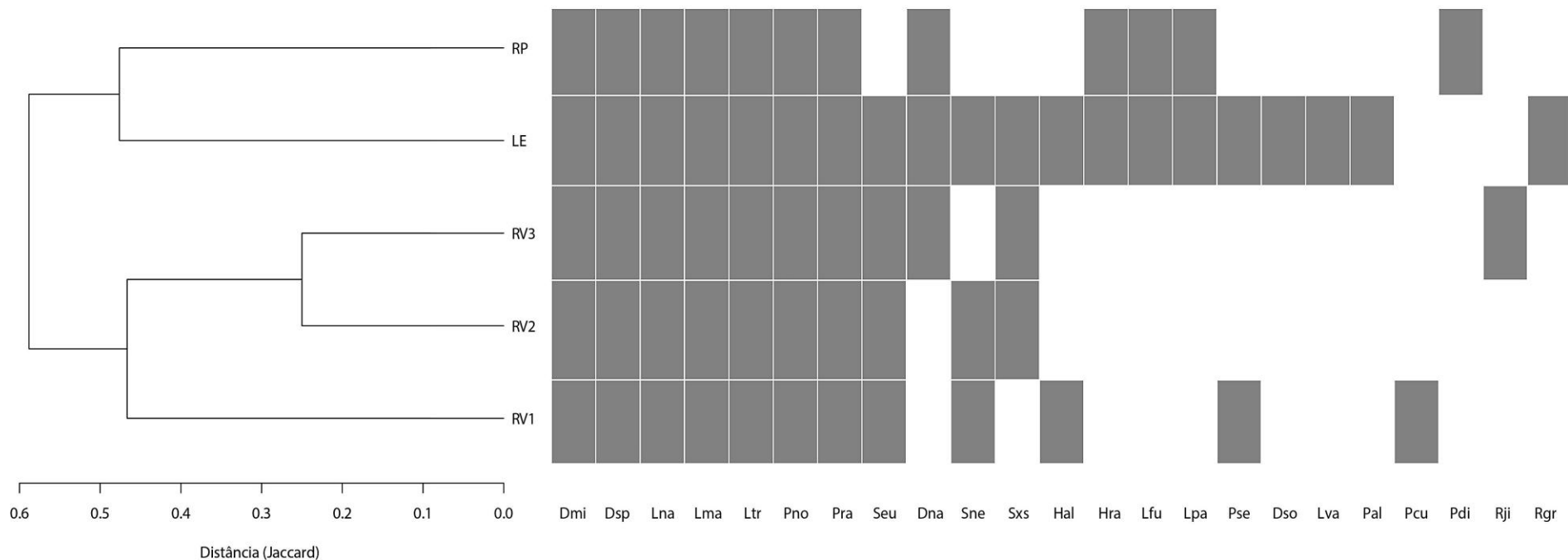


Figura 2.6: Dendrograma realizado com base no índice de dissimilaridade de Jaccard para as espécies escutadas nas diferentes localidades. Retângulos cinza representam a presença de uma espécie (coluna) na dada localidade (linha). LE=Lagoa encantada; RP=Rio Pirucaia; RV1=Rio Vermelho I; RV2=Rio Vermelho II; RV3=Rio Vermelho III; Dmi=*Dendropsophus minutus*; Dna=*D. nanus*; Dso=*D. soaresi*; Dsp=*Dendropsophus* sp.; Hal=*Hypsiboas albomarginatus*; Hra=*H. raniceps*; Lfu=*Leptodactylus fuscus*; Lma=*L. macrosternum*; Lna=*L. natalensis*; Ltr=*L. troglodytes*; Lva=*L. vastus*; Lpa=*Lithobates palmipes*; Pal=*Physalaemus cuvieri*; Pcu=*P. cuvieri*; Pdi=*Pleurodema diplolister*; Pno=*Phyllomedusa nordestina*; Pra=*Pristimantis ramagii*; Pse=*Pseudopauludicola* sp.; Rgr=*Rhinella granulosa*; Rji=*R. jimi*; Seu=*Scinax eurydice*; Sne=*S. nebulosus*; Sxs=*S. x-signatus*.

2.3.4. A DIMENSÃO TEMPORAL DO ESPAÇO ACÚSTICO

De maneira geral, observa-se que os anuros tem preferência para vocalizar no período noturno. Adicionalmente eles possuem uma preferência por vocalizar no período chuvoso, uma vez que a riqueza de espécies vocalizando no período da seca foi de 8 espécies, enquanto na estação chuvosa esse número subiu para 23. Através de análise gráfica (Figura 2.7) é possível perceber também que o período de atividade ao longo do dia é menor na seca e maior nas chuvas, sendo que durante o período chuvoso algumas espécies iniciam sua atividade por volta da 13h. Durante a estação chuvosa foram observadas 13 espécies vocalizando simultaneamente às 22h, enquanto na seca esse valor se reduziu a 7 espécies que vocalizam simultaneamente às 18h. Vale salientar que as riquezas consideradas aqui são referentes às espécies que foram detectadas nas gravações de monitoramento (48h na seca e 48h na chuva, para maiores detalhes ver métodos).

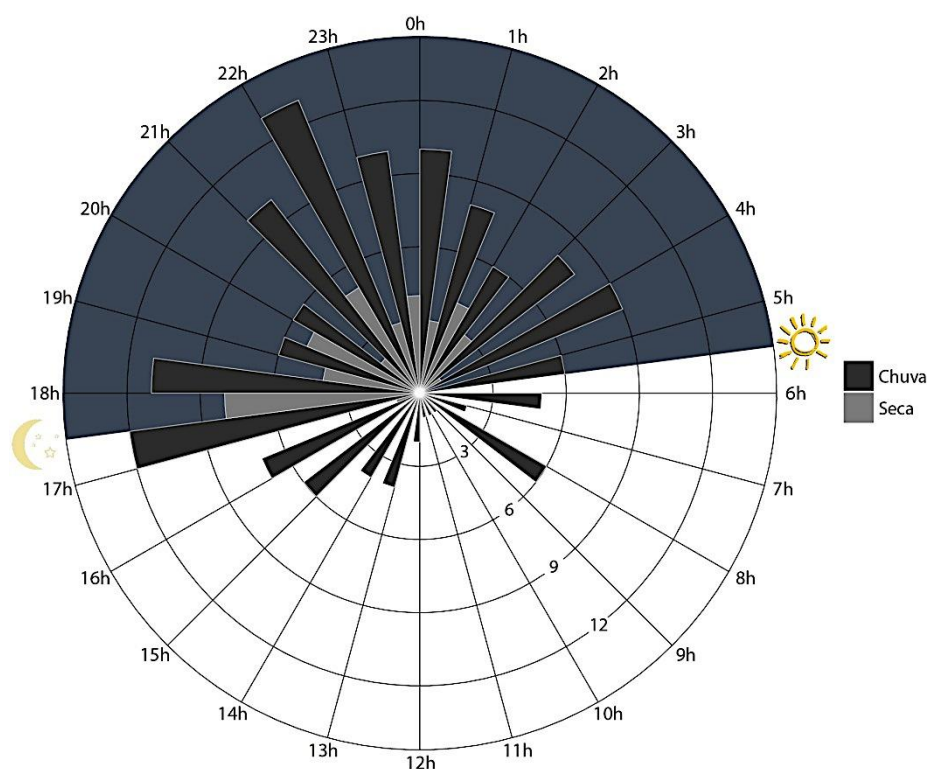


Figura 2.7: Gráfico circular de barras mostrando a riqueza de espécies (barras) ao longo das horas do dia (fatias) para as estações.

2.4. DISCUSSÃO

Possivelmente o espectro é uma das dimensões mais importantes do nicho acústico, já que diferentes grupos irão escutar melhor na frequência em que emitem seus sons (GERHARDT & SCHWARTZ, 2001; LOFTUS-HILLS & JOHNSTONE, 1970). Esse tipo de partição do espaço acústico é certamente muito eficiente, pois se há um ruído no ambiente, ele será mais prejudicial na comunicação de uma determinada espécie à medida que ocupa uma posição mais próxima no espectro. Espera-se assim que espécies que vocalizem em frequências muito próximas, simultaneamente e num mesmo local realizem um efeito de mascaramento do sinal umas nas outras, maior do que espécies que ocupem espaços distintos no espectro (LITTLEJOHN, 1977; POMBAL JR., 2010). Tendo isso em mente, espera-se que espécies que apresentem frequências dominantes próximas particionem mais o nicho acústico temporalmente, espacialmente e, além disso, tenham códigos mais distintos. Na taxocenose estudada, observa-se cinco grupos de espécies com frequência dominantes próximas.

Dendropsophus branneri (Grupo A) foi a espécie que apresentou maior frequência dominante, não se sobrepondo a nenhuma outra. Apesar da existência de outros grupos animais na comunidade que vocalizam em frequências tão elevadas como as de *D. branneri* e que devem exercer influência negativa na eficiência de percepção de seu canto – p.e., cigarras e gafanhotos. Nota-se que *D. branneri* ocupa um nicho spectral bastante distinto dos demais anuros analisados da taxocenose e, portanto, não deve sofrer nem exercer muita influência na comunicação dos demais anuros da taxocenose estudada. Além disso, as demais análises mostram que essa espécie não se confunde com as outras em relação ao seu código.

O grupo seguinte (grupo B) é composto por quatro espécies (*Dendropsophus minutus*, *Scinax fuscomarginatus*, *D. nanus*, *Pristimantis ramagii*). De maneira geral, essas espécies não apresentam o código parecido, com exceção de *P. ramagii* que apresenta 23% de suas notas sendo classificadas erroneamente como *D. nanus* (8%) e *S. fuscomarginatus* (15%). É sabido que *P. ramagii* é uma espécie que não está associada a corpos d'água e habita principalmente interior das matas (LEITE FILHO, 2013), ao passo que *D. nanus* e *S. fuscomarginatus* estão fortemente associados a corpos d'água (Cap. I). Deste modo, ainda que as frequências dominantes sejam semelhantes, assim como o código como um todo, nossos dados apresentam indícios de uma partição espacial entre essas espécies.

O próximo grupo (grupo C) é formado por cinco espécies (*S. fuscomarginatus*, *D. nanus*, *P. ramagii*, *D. soaresi*, *S. nebulosus*), sendo três coincidentes com o grupo anterior (*Scinax fuscomarginatus*, *D. nanus*, *Pristimantis ramagii*). Além das relações discutidas no

parágrafo anterior, entre *P. ramagii*, *D. nanus* e *S. fuscomarginatus*, nesse grupo encontramos que 25% das notas analisadas de *S. nebulosus* foram confundidas com *D. soaresi*. Esse resultado mostra que essas espécies apresentam códigos muito parecidos, se fazendo necessária a existência da partição do espaço acústico nas dimensões espacial e/ou temporal.

O grupo D, próximo grupo da análise de partição espectral, apresenta apenas duas espécies (*S. nebulosus* e *Physalaemus albifrons*). Espécies que apesar se encontrarem no mesmo ‘grupo espectral’ não apresentam muitas semelhanças em seus códigos, como pode ser observado nos resultados da PCA (Figura 2.5) e da análise discriminante (Tabela 2.3).

O último grupo (grupo E) é o mais denso, apresentando oito espécies (*Physalaemus albifrons*, *Phyllomedusa nordestina*, *Scinax eurydice*, *Hypsiboas albomarginatus*, *Leptodactylus natalensis*, *S. x-signatus*, *Rhinella crucifer*, *H. raniceps*). Pode-se dizer que esse é o grupo no qual se espera encontrar maior partição espacial e/ou temporal, pois várias espécies apresentam os códigos muito próximos das outras. *Hypsiboas raniceps* apresenta 25% de suas notas classificadas erroneamente como *L. natalensis* e outros 25% como *S. x-signatus*, enquanto que *S. eurydice* apresenta 12% sendo classificado como *P. nordestina*. Observa-se ainda que as espécies do gênero *Scinax* que apresentam maior tamanho de corpo (*S. eurydice*, *S. x-signatus*; para detalhes de tamanho ver o capítulo I) são as espécies com maior proximidade em seus códigos, com 9% de *S. x-signatus* sendo confundidas com *S. eurydice* e 25% de *S. eurydice* sendo confundidas com *S. x-signatus*.

É possível observar esse padrão de sobreposição nas frequências dominantes dos cantos de anúncio das espécies em algumas outras taxocenoses de anuros já estudadas, como na Serra do Mar (POMBAL JR., 2010) e na Amazônia (HÖLD, 1977). Evidenciando a importância de outras maneiras de partição do nicho acústico, como uma variação na codificação dos cantos de anúncio das espécies e a partição espacial e temporal.

Todas as espécies que tiveram seus códigos analisados foram escutadas vocalizando ao menos na Lagoa Encantada, o que sugere que a partição espacial em longas distâncias na taxocenose estudada não seja um fator determinante na partição do espaço acústico. Vários autores discutem sobre diferenças no uso de microhábitats para vocalização como diferenças suficientes para evitar cruzamento interespecífico e competição por nicho acústico (HÖLD, 1977; POMBAL JR., 2010; PROTÁZIO *et al.*, 2014). Em algumas situações, as espécies podem não apresentar adaptações morfológicas para seguir um possível sinal de corte mal interpretado que é emitido em outro microhabitat – por exemplo *L. natalensis* e *H. raniceps* apresentam códigos muito próximos (ver parágrafo anterior), porém *L. natalensis* não

apresenta adaptações morfológicas (como discos adesivos) para escalada de arbustos, sítio de vocalização observado em campo para *H. raniceps*. Entretanto, dependendo da intensidade do canto do emissor e da sensibilidade auditiva do receptor, essa distância entre microhábitats no mesmo local pode não ser suficiente para evitar o mascaramento dos sinais exercidos entre as espécies, fato esse que irá dificultar o reconhecimento de uma determinada espécie por si mesma (MARTEN & MARLER, 1977). Existe ainda a possibilidade de partição espacial através da presença de agregados de indivíduos da mesma espécie numa mesma localidade (LITTLEJOHN, 1977). Nesse caso, as espécies formariam, em um mesmo corpo d'água, agrupamentos distantes o suficiente para que a intensidade relativa fosse pequena o bastante para reduzir a interferência mútua. Porém os dados aqui coletados são insuficientes para testar essa hipótese.

Os resultados mostram que as espécies de anuros da taxocenose utilizam principalmente o período noturno para atividade reprodutiva. HADDAD (1991) observa variação no turno de vocalização semelhante para as espécies de sua taxocenose e argumenta que o padrão de uso do período noturno se dá, principalmente, devido a limitações relacionadas à filogenia: espécies que não possuem adaptações para o uso vertical do ambiente (Bufonidae e Leptodactylidae) aparentemente conseguem manter uma maior umidade no corpo ao longo do dia, enquanto que as que utilizam o estrato vertical (Hylidae) não o fazem. Nesse estudo observam-se resultados que corroboram essa afirmação, ao se inspecionar o gráfico que representa a variação da riqueza ao longo das horas do dia. Na estação chuvosa percebe-se que as espécies passam a iniciar seu período de atividade durante a tarde, bem antes do ocaso, enquanto que na seca elas concentram suas atividades no período noturno. Isso pode se dar tanto pelo fato de termos uma maior umidade ao longo do dia devido a maior precipitação que ocorre nesse período (PROCLIMA, 2012) quanto pelo fato da riqueza de espécies mudar de nove (na seca) para vinte e três espécies (na chuva) fazendo com que as mesmas particionem o turno de vocalização para evitar competição. Porém, os dados aqui utilizados são suficientes apenas para observar indícios dessa segunda afirmação, não sendo possível determinar a existência ou ausência de partição temporal tanto ao longo do dia quanto ao longo dos meses do ano, como observado por LINGNAU (2009), HADDAD (1991) e PROTÁZIO *et al.* (2014). Esses resultados indicam que as espécies se limitam temporalmente, utilizando primordialmente os períodos noturnos para vocalizar. Mas também que apresentam certa plasticidade comportamental, uma vez que na estação chuvosa as espécies utilizam de forma mais homogênea o eixo temporal, vocalizando tanto de dia quanto de noite.

Possivelmente isso ocorre não só pelo aumento na riqueza de espécies vocalizando no período (e competição acústica), mas também pela redução na radiação incidente devido a presença de nuvens na estação chuvosa.

Ainda que os cantos de algumas espécies apresentem códigos e frequências dominantes próximas, é possível perceber que existem diferenças. De forma geral a maior parte das espécies foram classificadas corretamente, ainda que algumas tenham apresentado erros de classificação, indicando códigos espécie-específicos. Dado a natureza multivariada do espaço acústico, as espécies podem ainda particionar o espaço acústico temporalmente e/ou geograficamente, reduzindo os efeitos negativos da similaridade vocal. Contudo, os dados aqui apresentados são insuficientes para realizar afirmações mais conclusivas quanto a partição geográfica (em especial em pequena escala) e temporal (também em pequena escala). Ainda assim, é possível notar que a sobreposição entre as vocalizações (simultaneamente nos eixos temporal, geográfico e espectral) das espécies (quando ocorre) é pequena.

REFERÊNCIAS

- ADLER, D. *et al.* 2014. **rgl: 3D visualization device system (OpenGL). R package version 0.93.996.** <http://CRAN.R-project.org/package=rgl>
- AMPHIBIAWEB. 2014. **Information on amphibian biology and conservation. [web application].** <http://amphibiaweb.org/> Accessed 27.ago.2014.
- BOKERMANN, W. C. A. 1966. Notas sobre três enpécies de "*Physalaemus*" de Maracás, Bahia (Amphibia, Leptodactylidae). **Rev. Brasil. Biol.** **26**: 253-259.
- CARDOSO, A. J. & HADDAD, C. F. B. 1984. Variabilidade acústica em diferentes populações e interações agressivas de *Hyla minuta* (Amphibia, Anura). **Ciência e Cultura** **36**: 1393-1399.
- COCROFT, R. B. & RYAN, M. J. 1995. Patterns of advertisement call evolution in toads and chorus frogs. **Animal Behaviour** **49**: 283-303.
- DE ARAÚJO, C. B. 2011. **Psitacídeos do Cerrado: Sua alimentação, comunicação sonora e aspectos bióticos e abióticos de sua distribuição potencial.** Tese (Doutorado), UNICAMP, Campinas-SP.
- DE ARAÚJO, C. B., GUERRA, T. J., AMATUZZI, M. C. O. & CAMPOS, L. A. 2012. Advertisement and territorial calls of *Brachycephalus pitanga* (Anura: Brachycephalidae). **Zootaxa** **3302**: 66–67.
- DE ARAÚJO, C. B., MARCONDES-MACHADO, L. O. & VIELLIARD, J. M. E. 2011. Vocal Repertoire of the Yellow-Faced Parrot (*Alipiopsitta xanthops*). **The Wilson Journal of Ornithology** **123**: 603-608.
- DUELLMAN, W. E. & PYLES, R. A. 1983. Acoustic Resource Partitioning in Anuran Communities. **Copeia** **1983**: 639-649.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. 1986. **Biology of Amphibians.** The Johns Hopkins University Press, New York.
- FLETCHER, N. H. 2004. A simple frequency-scaling rule for animal communication. **J. Acoust. Soc. Am.** **115**: 2334-2338.

- FROST, D. 2014. **Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0** <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.php//Amphibia/Anura/Hylidae/Hylinae/Scinax/Scinax-nebulosus> Accessed 05 may 2014.
- GERHARDT, H. C. & SCHWARTZ, J. J. 2001. Auditory tuning and frequency preferences in anurans. In: M. J. Ryan (ed.) *Anuran Communication*. p 73–85. Smithsonian Institution Press, Washington D.C.
- GIASSON, L. O. M. & HADDAD, C. F. B. 2006. Social Interactions in *Hypsiboas albomarginatus* (Anura: Hylidae) and the Significance of Acoustic and Visual Signals. **Journal of Herpetology** **40**: 171-180.
- GUIMARÃES, L. D., LIMA, L. P., JULIANO, R. F. & BASTOS, R. P. 2001. Vocalizações de espécies de anuros (Amphibia) do Brasil Central. **Boletim do Museu Nacional** **474**: 1-14.
- HADDAD, C. F. B. 1991. **Ecologia reprodutiva de uma comunidade de Anfíbios Anuros na Serra do Japi, Sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado), UNICAMP, Campinas.
- HADDAD, C. F. B., TOLEDO, L. F. & PRADO, C. P. A. 2008. **Anfíbios da Mata Atlântica: guia dos anfíbios anuros da Mata Atlântica**. Editora Neotropica, São Paulo.
- HEYER, W. R. & CARVALHO, C. M. D. 2000a. Calls and calling behavior of the frog *Leptodactylus natalensis* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). **Proceedings of the Biological Society of Washington** **113**: 284-290.
- HEYER, W. R. & CARVALHO, C. M. D. 2000b. The enigmatic advertisement call of *Eleutherodactylus ramagii* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). **Amphibia-Reptilia** **21**: 117-121.
- HÖLD, W. 1977. Call Differences and Calling Site Segregation in Anuran Species from Central Amazonian Floating Meadows. **Oecologia** **28**: 351-363.
- LEITE FILHO, E. 2013. **Estrutura de uma taxocenose de anfíbios anuros em fragmento urbano de floresta atlântica no extremo leste da região neotropical**. Dissertação (Mestrado), Universidade federal da Paraíba, João Pessoa-PB.
- LINGNAU, R. 2009. **Distribuição temporal, atividade reprodutiva e vocalizações em uma assembleia de anfíbios anuros de uma Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina, sul do Brasil** Tese (Doutorado), Pontífica Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.
- LITTLEJOHN, M. J. 1977. Long-range Acoustic Communication in Anurans: An integrated and Evolutionary Approach. In: D. H. Taylor & S. I. Guttman (eds.) *Reproductive Biology of Amphibians*. p 263-294. Plenum Press, New York.
- LITTLEJOHN, M. J. & MARTIN, A. A. 1969. Acoustic Interaction Between Two Species of Leptodactylid Frogs. **Animal Behaviour** **17**: 785-791.
- LOFTUS-HILLS, J. J. & JOHNSTONE, B. M. 1970. Auditory Function, Communication, and the Brain-Evoked Response in Anuran Amphibians. **The Journal of the Acoustical Society of America** **47**: 1131-1138.
- MÂNGIA, S. *et al.* 2014. Descrição do canto de *Scinax x-signatus*. In prep.
- MARQUES, P. A. M., DE ARAÚJO, C. B. & VICENTE, L. 2010. Nestling call modification during early development in a colonial Passerine. **Bioacoustics** **20**: 45-58.
- MARTEN, K. & MARLER, P. 1977. Sound Transmission and Its Significance for Animal Vocalization. **Behav. Ecol. Sociobiol.** **2**: 271-290.
- MARTINS, I. A. & JIM, J. 2003. Bioacoustic analysis of advertisement call in *Hyla nana* and *Hyla sanborni* (Anura, Hylidae) in Botucatu, São Paulo, Brazil. **Braz. J. Biol.** **63**: 507-516.
- MENDIBURU, F. D. 2014. **agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.1-8**. <http://CRAN.R-project.org/package=agricolae>

- MORAIS, A. R. D. 2012. **Variabilidade no comportamento acústico de *Dendropsophus minutus* (Peters, 1872) (Anura: Hylidae)**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Goiânia-Go.
- MOURA, L. N. D., SILVA, M. L. D. & VIELLIARD, J. M. E. 2011. Vocal Repertoire of Wild Breeding Orange-Winged Parrots *Amazona amazonica* in Amazonia. **Bioacoustics** 20: 331-339.
- NUNES, I., SANTIAGO, R. S. & JUNCÁ, F. A. 2007. Advertisement calls of four Hylid frogs from the state of Bahia, Northeastern Brazil (Amphibia, Anura, Hylidae). **South American Journal of Herpetology** 2: 89-96.
- OKSANEN, J. *et al.* 2013. **vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-10**. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- OLIVEIRA, R. M. D., RUAS, D. S., MENDES, C. V. D. M. & SOLÉ, M. 2014. Advertisement call of *Rhinella crucifer* (Wied-Neuwied, 1821) (Anura: Bufonidae) from southern Bahia, Brazil. **Zootaxa** 3784: 97-98.
- OSPINA, O. E., VILLANUEVA-RIVERA, L. J., CORRADA-BRAVO, C. J. & AIDE, T. M. 2013. Variable response of anuran calling activity to daily precipitation and temperature: implications for climate change. **Ecosphere** 4: 1-12.
- POMBAL-JÚNIOR, J. P., BASTOS, R. P. & HADDAD, C. F. B. 1995. Vocalizações de algumas espécies do gênero *Scinax* (Anura, Hylidae) do sudeste do Brasil e comentários taxonômicos. **Naturalia** 20: 213-225.
- POMBAL JR., J. P. 2010. O Espaço Acústico em uma Taxocenose de Anuros (Amphibia) do Sudeste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional** 68: 135-144.
- PROCLIMA. 2012. **Programa de monitoramento climático em tempo real da Região Nordeste**. INPE/CPTEC <http://www6.cptec.inpe.br/proclima/>
- PROTÁZIO, A. D. S. 2012. **Ecologia de taxocenose de anfíbios anuros em poças temporárias na Caatinga**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- PROTÁZIO, A. D. S., ALBUQUERQUE, R. L., FALKENBERG, L. M. & MESQUITA, D. O. 2014. Acoustic ecology of an anuran assemblage in the arid Caatinga of northeastern Brazil. **Journal of Natural History**.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RODRIGUES, M. T., CARAMASCHI, U. & MIJARES, A. 2010. *Scinax x-signatus*. In: **UCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2**. <http://www.iucnredlist.org/>
- ROSSA-FERES, D. D. C. & JIM, J. 2001. Similaridade do sítio de vocalização em uma comunidade de anfíbios anuros na região noroeste do Estado de São Paulo, Brasil **Revta bras. Zool.** 18: 439 - 454.
- SEYFARTH, R. M. *et al.* 2010. The central importance of information in studies of animal communication. **Animal Behaviour** 80: 3-8.
- SUEUR, J., AUBIN, T. & SIMONIS, C. 2008. Seewave: a free modular tool for sound analysis and synthesis. **Bioacoustics** 18: 213-226.
- TABACHNICK, B. G. & FIDELL, L. S. 2007. **Using Multivariate Statistics**. 5 ed. Pearson, Boston.
- TOLEDO, L. F. & HADDAD, C. F. B. 2005. Acoustic Repertoire and Calling Behavior of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae). **Journal of Herpetology** 39: 455-464.
- VENABLES, W. N. & RIPLEY, B. D. 2002. **Modern Applied Statistics with S**. 4 ed. Springer, New York.
- VIELLIARD, J. M. E. 1987. O Uso da Bioacústica na Observação das Aves II Encontro Nacional de Anilhadores de Aves. p 98-121, Rio de Janeiro.

- VIELLIARD, J. M. E. 1993. **A zoophonia de Hercule Florence**. Editora Universitária UFMT, Cuiabá.
- VIELLIARD, J. M. E. 2004. A Diversidade de Sinais e Sistemas de Comunicação Sonora na Fauna Brasileira I Seminário Música Ciência Tecnologia: Acústica Musical. p 145-152.
- VILAÇA, T. R. A., SILVA, J. R. D. S. & SOLÉ, M. 2011. Vocalization and territorial behaviour of *Phyllomedusa nordestina* Caramaschi, 2006 (Anura: Hylidae) from southern Bahia, Brazil. **Journal of Natural History** 45: 1823-1834.
- WICKHAM, H. 2009. *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. **Springer New York**.

CONCLUSÃO GERAL

Dado que todas as espécies coletadas nesse estudo convivem na mesma taxocenose, era esperado que as espécies partitionarem o nicho de alguma maneira, caso contrário, de acordo com o princípio da exclusão competitiva já teriam sido eliminadas da comunidade. De fato nossos resultados indicam que o nicho está sendo particionado ao menos em alguma dimensão, especialmente nas relações de dieta e microhabitat, onde espécies que competem diretamente por microhabitat particionam dieta, sendo o oposto também verdadeiro. Observa-se ainda que a filogenia influi no uso de microhabitats de alguns grupos da taxocenose.

No que se refere ao nicho acústico, é possível observá-lo igualmente particionado. Mesmo tendo em conta que algumas espécies não se encontraram bem diferenciadas em relação ao código, vale salientar que ao contrário da luta pela sobrevivência descrita por (DARWIN, 1859) ou ainda de uma competição (*sensu* GAUSE (1934)) que inviabilize a sobrevivência da espécie, a competição acústica deve ter um efeito mais ameno. Mesmo que duas espécies se sobreponham quanto as suas características vocais, gerando interferência mútua, elas poderiam em teoria, coexistir com uma aptidão (*fitness*) reduzida.

De maneira geral, os resultados são bastante interessantes e ilustram algumas maneiras pelas quais as espécies encontram-se particionando os nichos dentro de uma taxocenose. Nossos dados mostram como essas espécies evitam a exclusão competitiva e ajudam a explicar os mecanismos pelos quais as comunidades neotropicais se mantêm com grande riqueza.

