

UNIVERSIDADE VILA VELHA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

DIFERENCIAÇÃO DE NICHOS TRÓFICOS E ESTRUTURAÇÃO DE UMA
COMUNIDADE DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM UM
REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL

ARIANA PIGNATON GNOCCHI

VILA VELHA
MARÇO / 2018

UNIVERSIDADE VILA VELHA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

DIFERENCIAÇÃO DE NICHOS TRÓFICOS E ESTRUTURAÇÃO DE UMA
COMUNIDADE DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM UM
REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada à
Universidade Vila Velha como pré-
requisito do Programa de Pós-
graduação em Ecologia de
Ecosistemas para a obtenção do
título de Mestra em Ecologia

ARIANA PIGNATON GNOCCHI

VILA VELHA
MARÇO / 2018

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

G571d Gnocchi, Ariana Pignaton.
Diferenciação de nicho trófico e estruturação de uma comunidade de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em um remanescente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil / Ariana Pignaton Gnocchi . – 2018
80 f.: il.

Orientador: Ana Carolina Srbek-Araujo.
Dissertação (mestrado em Ecologia de Ecossistemas) –
Universidade Vila Velha, 2018.
Inclui bibliografias.

1. Ecologia animal. 2. Isótopos estáveis. 3. Morcego.
I. Srbek-Araujo, Ana Carolina. II. Universidade Vila Velha.
III. Título.

CDD 591.7

ARIANA PIGNATON GNOCCHI

**DIFERENCIAÇÃO DE NICHOS TRÓFICOS E ESTRUTURAÇÃO DE
UMA COMUNIDADE DE MORCEGOS (MAMMALIA:
CHIROPTERA) EM UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA
NO SUDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada à
Universidade Vila Velha como pré-
requisito do Programa de Pós-
graduação em Ecologia de
Ecossistemas para a obtenção do
título de Mestra em Ecologia

Aprovado em 09 de março de 2018,

Banca examinadora:



Prof. Dr. Albert David Ditchfield, UFES



Prof. Dr. Raphael Mariano Macieira, UVV



Profa. Dra. Ana Carolina Srbe de Araujo, UVV

Orientadora

Aos meus pais e meu marido, por todo o incentivo.

“Quando se sonha sozinho é apenas um sonho.
Quando se sonha juntos é o começo da realidade”.

Miguel de Cervantes Saavedra

AGRADECIMENTOS

O mestrado foi mais um sonho realizado, sempre tive o objetivo de seguir com meus estudos, me especializar. Esta foi uma etapa de muito aprendizado, muitos desafios e muitos obstáculos superados. Nesse período, muitos me ajudaram e por isso há muito a agradecer.

Primeiramente, agradeço a Deus, pelo dom da vida e por me guiar e abençoar até aqui, me permitindo realizar esse sonho.

À minha família por sempre me apoiar e vibrar com cada conquista minha. À minha mãe por ser minha maior incentivadora e por me apoiar em todas as minhas decisões, por querer sempre o meu crescimento, por ser minha maior amiga e companheira e por me amar incondicionalmente. Ao meu pai, que mesmo achando que ainda sou sua “meninazinha” e mesmo não se envolvendo tanto na vida acadêmica me apoia a sempre seguir em frente com todo o seu amor. Aos meus primos e tios, pelo apoio, carinho e incentivo ao longo dessa jornada.

Ao meu marido por toda força, incentivo, paciência e compreensão pela minha ausência que as vezes eram inevitáveis, principalmente neste final do curso. Sem você acho que não teria chegado até aqui. Amo você!

Aos meus amigos que sempre me apoiaram e incentivaram nesse novo desafio de retornar a vida acadêmica. Obrigada pelas palavras de apoio, pelas tardes e almoços maravilhosos, pelos jantares em minha casa. Vocês são meus presentes!

À minha Orientadora, Professora Doutora Ana Carolina Srebek de Araujo por me aceitar e acreditar em mim. Obrigada por toda sua dedicação, pelas discussões valiosíssimas, pela paciência e pela preocupação para que este trabalho se realizasse.

Aos meus novos e antigos professores, que sempre me instigaram de alguma forma e me conduziram pelos caminhos do saber, sem vocês não teria chegado até aqui.

Ao Professor Mestre Marcelo Magioli, juntamente com a equipe do CENA, por aceitar a parceria para que as análises isotópicas pudessem ser feitas.

Aos colegas de trabalho do LecBio que sempre me acolheram nos momentos mais desesperados, aos que aceitaram ir comigo para campo e aos que foram para campo quando não pude ir.

À Suéli Huber Oliveira e Joyce Golçalves Santos Sabrosa, por toda a ajuda com a triagem das amostras fecais. À Lillian Jardim Guimarães e a Poliana Mendes por sempre se por a disposição para ler meus textos quando precisei.

À Vale pela autorização para que o presente estudo pudesse ser desenvolvido na Reserva Natural Vale.

Muito obrigada a todos que direta ou indiretamente me ajudaram de alguma forma durante essa nova caminhada do metrado.

Meus agradecimento a todos, muito obrigada por tudo!

SUMÁRIO

RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	02
APRESENTAÇÃO.....	03
CAPÍTULO 1: DIETA DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) EM UM REMANESCENTE DE MATA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL	06
CAPÍTULO 2: DIFERENCIAÇÃO DE NICHOS TRÓFICOS E ESTRUTURAÇÃO DE UMA COMUNIDADE DE MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) POR MEIO DE ANÁLISE DE ISÓTOPOS ESTÁVEIS	46

RESUMO

GNOCCHI, Ariana Pignaton, M.Sc., Universidade Vila Velha – ES, março de 2018.
Diferenciação de nicho trófico e estruturação de uma comunidade de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em um remanescente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. Orientadora: Ana Carolina Srbek-Araujo.

Entre os animais que compõem a Classe Mammalia, os morcegos representam cerca de 25% das espécies conhecidas. Esses animais participam de vários processos ecológicos, desempenhando funções importantes para manutenção dos ecossistemas. Apesar disso, informações sistematizadas a cerca da ecologia desse grupo ainda são escassas para a maioria dos táxons. Devido à carência de estudos, as espécies são classificadas, por exemplo, em grandes grupos quanto à dieta, os quais são baseados apenas no conhecimento a cerca dos hábitos alimentares de algumas espécies, sendo estes então generalizados para as famílias ou subfamílias. O presente estudo objetivou (1) caracterizar a dieta e determinar se os itens alimentares consumidos estão associados à massa corporal ou a aspectos filogenéticos dos grupos amostrados; e (2) investigar, por meio da análise de isótopos estáveis, como as relações tróficas e o particionamento de nicho isotópico estruturam a comunidade de morcegos. Os espécimes foram capturados em um remanescente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. Foram coletadas amostras fecais para avaliação da dieta e amostras de pelo para análise isotópica. Os espécimes capturados foram classificados em seis grupos principais quanto à dieta: Frugívoro, Frugívoro-insetívoro, Insetívoro, Insetívoro-frugívoro, Insetívoro-nectarívoro e Hematófago. A dieta não foi determinada pela massa corporal, estando relacionada com a filogenia dos grupos. As análises isotópicas demonstraram que as espécies de morcegos ocupam nichos isotópicos diferenciados, com diferentes níveis de sobreposição entre si. Os dados obtidos sugerem que a dieta responde a adaptações evolutivas do aparato crânio-mandibular e que o particionamento dos nichos trófico e, conseqüentemente, isotópico ocorre principalmente em função de diferentes estratégias de forrageamento e consumo de itens alimentares específicos.

Palavras chave: Análise de Isótopos, Dieta, Filogenia, Nicho trófico, Particionamento de nicho.

ABSTRACT

GNOCCHI, Ariana Pignaton, M.Sc., Universidade Vila Velha – ES, March 2018.
Differentiation of trophic niche and structuring of a community of bats (Mammals: Chiroptera) in an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. Advisor: Orientadora: Ana Carolina Srbek-Araujo.

Among the animals in the Class Mammalia, bats account for about 25% of known species. These animals participate in several ecological processes, performing important functions for the maintenance of ecosystems. Despite this, systematized information about the ecology of this group is still scarce for most *taxa*. Due to the lack of studies, the species are classified into large groups regarding the diet, for example, which are based only on the knowledge obtained from few species, and then generalized to families or subfamilies. The present study aimed (1) to characterize the diet and determine if the consumed food items are associated to the body mass or to the phylogeny of the sampled groups of bats; and (2) to investigate, through the analysis of isotopes, how the partitioning of trophic and isotopic niche may structures the community of bats. The specimens were captured in an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. Fecal samples were collected for dietary evaluation, and hair samples for isotopic analysis. The captured specimens were classified into six main groups: Frugivore, Frugivore-insectivore, Insectivore, Insectivore-frugivore, Insectivore-nectarivore and Hematophagus. The diet was not determined by the body mass, but was related to the phylogeny of the groups. The isotopic analyzes showed that the species of bats occupy differentiated isotopic niches, with different levels of overlap between them. The data here present suggest that the diet responds to evolutionary adaptations of the cranio-mandibular apparatus, and that the partitioning of the trophic and, consequently, isotopic niches occurs mainly due to different strategies of foraging and consumption of specific food items.

Key words: Isotopic analysis, Diet, Phylogeny, Trophic niche, Niche partitioning.

APRESENTAÇÃO

Os morcegos formam um grupo muito diverso, representando a segunda maior ordem em número de espécies dentro da Classe Mammalia, perdendo apenas para a Ordem Rodentia (Paglia *et al.*, 2012). São comumente considerados animais pouco carismáticos e sombrios, o que faz com que sejam constantemente negligenciados pela população em geral e também pela comunidade científica.

Do ponto de vista ecológico, atuam como dispersores de sementes, polinizadores e controladores de populações de insetos (Arias *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2016; Uieda e Bred, 2016), desempenhando importantes funções ecológicas e valiosos serviços ecossistêmicos. Além disso, também podem atuar como vetores de doenças, como a raiva (Bengis *et al.*, 2002; Mayen, 2003). O conhecimento acerca dos nichos tróficos ocupados pelas espécies de morcegos permite que a importância ecológica desses animais seja cada vez mais reconhecida, promovendo a ampliação de medidas de proteção e conservação das espécies. Adicionalmente, por serem sensíveis às mudanças produzidas nos ecossistemas pela ação antrópica, os morcegos podem atuar como indicadores da qualidade do ambiente (Jones *et al.*, 2009).

A presente dissertação, intitulada “Diferenciação de nicho trófico e estruturação de uma comunidade de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em um remanescente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil”, teve como objetivos caracterizar a dieta das espécies que compõem a comunidade de quirópteros presente na Reserva Natural Vale (Linhares / ES) e avaliar o particionamento do nicho trófico entre esses animais. Para isso, foram desenvolvidos dois capítulos, os quais estão estruturados como artigos científicos e foram formatados de acordo com as normas da revista *Acta Chiropterologica*. No primeiro capítulo, “Dieta de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em um remanescente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil”, foi realizada a caracterização da dieta de morcegos, a partir da análise de amostras fecais, e determinado se os itens alimentares consumidos estão associados à massa corporal ou se são definidos por aspectos filogenéticos dos grupos amostrados. No segundo capítulo,

“Diferenciação de nicho trófico e estruturação de uma comunidade de morcegos (Mammalia: Chiroptera) por meio da análise de isótopos estáveis”, foi avaliada como as relações tróficas e o particionamento do nicho isotópico auxiliam na estruturação da comunidade de morcegos, considerando o tipo de dieta e os aspectos filogenéticos das espécies.

A partir do trabalho desenvolvido, são fornecidos elementos para a melhor compreensão da ecologia alimentar da comunidade de morcegos na Mata Atlântica, integrando a caracterização da dieta, as relações tróficas e o particionamento do nicho isotópico. Como isso, espera-se contribuir para o entendimento de como esses animais compartilham recursos alimentares, favorecendo a coexistência das espécies e a estruturação da comunidade. As funções ecológicas exercidas por esses animais são de extrema importância para os ecossistemas em que estão presentes e o conhecimento gerado por este trabalho pode ajudar a compreender não apenas a comunidade estudada, mas também as demais comunidades de morcegos.

Literatura citada

- ARIAS, E., R. CADENILLAS e V. PACHECO. 2009. Dieta de murciélagos nectarívoros del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes. *Revista Peruana de Biología*, 16(2): 187-190.
- BENGIS, R. G., R. A. KOCK e J. FISCHER. 2002. Infectious animal diseases: the wildlife/livestock interface. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, 21(1): 53-65.
- JONES, G., D. S. JACOBS, T. H. KUNZ, M. R. WILLING e P. A. RACEY. 2009. Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8: 93-115.
- LIMA, I. P., M. R. NOGUEIRA, L. R. MONTEIRO e A. L. PERACCHI. 2016. Frugivoria e dispersão de sementes por morcegos na Reserva Natural Vale, sudeste do Brasil. Pp. 433-452, *in* Floresta Atlântica de Tabuleiro: Diversidade e endemismo na Reserva Natural Vale (S. G. ROLIM, L. F. T. MENEZES e A. C.

- SRBEK-ARAUJO, eds.). The Nature Conservancy, Symbiosis, Amplo, Belo Horizonte. 501 pp.
- MAYEN, F. 2003. Haematophagous Bats in Brazil, Their Role in Rabies Transmission, Impact on Public Health, Livestock Industry and Alternatives to an Indiscriminate Reduction of Bat Population. *Journal of Veterinary Medicine B*, 50: 469-472.
- PAGLIA, A. P., G. A. B. DA FONCECA, A. B. RYLANDS, G. HERRMANN, L. M. S. AGUIAR, A. G. CHIARELLO, Y. L. R. LEITE, L. P. COSTA, S. SICILIANO, M. C. M. KIERULFF, S. L. MENDES, V. C. TAVARES, R. A. MITTERMEIER e J. L. PATTON. 2012. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. 2^a ed. Conservation International, Arlington, 76p.
- UIEDA, W. e A. BRED. 2016. Bats: Neglected Agents of Sustainability. *Sustentabilidade em debate*, 7(1): 186-209. doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18617

CAPÍTULO 1

Dieta de morcegos (Mammalia: Chiroptera) em um remanescente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil

ARIANA PIGNATON GNOCCHI^{1,*} & ANA CAROLINA SRBEK-ARAÚJO^{1,2}

¹ *Laboratório de Ecologia e Conservação de Biodiversidade, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas, Universidade Vila Velha, Vila Velha, ES, Brasil*

² *Instituto SerraDiCal de Pesquisa e Conservação, Belo Horizonte, MG, Brasil*

**Corresponding author: Ariana Pignaton Gnocchi, e-mail: nana_gnocchi@hotmail.com*

Título resumido: Dieta de morcegos na Mata Atlântica

RESUMO

Os morcegos desempenham importantes funções ecológicas, as quais estão associadas especialmente à dieta das espécies, e a seleção dos itens alimentares parece estar relacionada a características biométricas e morfológicas dos táxons. Devido à carência de estudos, as espécies são classificadas em grandes grupos quanto à dieta, baseados no conhecimento a cerca dos hábitos alimentares de poucas espécies, os quais são generalizados para gêneros, subfamílias ou famílias. O presente estudo objetivou caracterizar a dieta de morcegos e determinar se os itens alimentares consumidos estão associados à massa corporal ou se são definidos por aspectos filogenéticos dos grupos amostrados. Os morcegos foram capturados em um remanescente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. Foram coletadas amostras fecais e identificados os itens alimentares ingeridos com os quais foi calculada a Frequência de Ocorrência (FO) de cada item consumido para classificação da dieta. Para testar o efeito da massa corporal ou da filogenia sobre a dieta, foi adotada análise multivariada classificatória (Cluster). Foram capturados 245 espécimes, distribuídos em cinco famílias, 20 gêneros e 29 espécies, tendo sido obtidas 134 amostras fecais (26 espécies; média = 5,2 amostras/espécie; desvio padrão = 6,1; variação = 1 a 28 amostras). Entre os itens alimentares consumidos, foram identificados frutos de 11 táxons e pólen, além de quatro ordens de insetos e uma de vertebrado. Algumas espécies apresentaram maior flexibilidade alimentar, enquanto outras parecem ser mais conservadoras em relação à dieta. As espécies foram classificadas em seis grupos principais quanto à dieta: Frugívoro, Frugívoro-insetívoro, Insetívoro, Insetívoro-frugívoro, Insetívoro-nectarívoro e Hematófago. Algumas das guildas tróficas identificadas estão representadas por um maior número de espécies de morcegos, havendo diferentes proporções de consumo e/ou variações em relação aos itens específicos utilizados dentro de uma mesma guilda trófica. A massa corporal não mostrou-se determinante da dieta, embora possa representar um fator importante no particionamento do nicho trófico. Os dados obtidos sugerem ainda que a dieta está relacionada com a filogenia dos grupos, respondendo a adaptações evolutivas do aparato mastigatório das espécies, reiterando que a diversificação da dieta, com a exploração de frutos, está relacionada à radiação das linhagens de Phyllostomidae.

Palavras-chave: Filogenia, Nicho trófico, Recursos alimentares, Tamanho corporal.

INTRODUÇÃO

A seletividade alimentar e o uso do espaço são mecanismos importantes para o particionamento do nicho trófico, evitando ou reduzindo a competição entre as espécies e promovendo a estruturação da comunidade, onde recursos alimentares semelhantes são utilizados de forma complementar (Fenton, 1982). Os morcegos abrangem dietas muito variadas, as quais incluem diferentes itens de origem vegetal e animal, consumindo pólen, néctar, frutos, folhas, artrópodes (especialmente insetos), pequenos vertebrados e sangue (e.g. Marinho-Filho, 1991; Reis *et al.*, 2013). Devido à sua alimentação, os morcegos exercem diversas funções ecológicas, que são de fundamental importância para a manutenção da dinâmica dos ecossistemas (e.g. Marinho Filho, 1991; Gardner, 2007; Reis *et al.*, 2017), atuando como polinizadores, dispersores de sementes e controladores de populações de insetos que, inclusive, podem se tornar pragas em cultivos agrícolas (e.g. Althoff, 2007; Arias *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2016; Uieda e Bred, 2016), além de serem potenciais transmissores de doenças, como a raiva (e.g. Mayen, 2003; Bengis *et al.*, 2002).

A escolha dos itens alimentares por morcegos pode ser influenciada por uma variedade de fatores extrínsecos e intrínsecos (Fleming, 1986). Os fatores extrínsecos dizem respeito à abundância espaço-temporal dos recursos alimentares, sua acessibilidade e características nutricionais, enquanto os fatores intrínsecos estão relacionados ao tamanho corporal dos morcegos e suas características morfológicas e/ou evolutivas (Fleming, 1986). Para Muscarella e Fleming (2007), o tamanho do corpo é uma característica importante para todos os organismos na obtenção de alimento. Segundo esses autores, isso também é verdadeiro para os morcegos, uma vez que o tamanho do corpo desses animais se correlaciona positivamente com o tamanho dos alimentos por eles consumidos. Outra característica intrínseca importante é a filogenia dos grupos. Alguns estudos têm demonstrado que os morcegos passaram por evoluções cranianas que incluem modificações nos dentes, desenvolvimento dos músculos mastigatórios e modificações ósseas do crânio (Freeman, 1988; Dumont *et al.*, 2012; Santana *et al.*, 2012). Essas mudanças permitiram que esses animais consumissem recursos semelhantes, mas com variações relacionadas ao tamanho e à dureza, favorecendo a diversificação dos itens alimentares e contribuindo para reduzir a

competição entre eles (Pedro e Passos, 1995; Passos *et al.*, 2003; Aguirre *et al.*, 2003; Mikich *et al.*, 2015). Entretanto, por se tratar de animais que podem diversificar sua dieta quando necessário, em função da disponibilidade sazonal dos itens alimentares consumidos (ciclos reprodutivos das plantas) ou estocasticidade ambiental, o nível de sobreposição dos hábitos alimentares pode aumentar eventualmente (Kunz, 1974; Hodgkison *et al.*, 2004; Althoff, 2007).

A grande mobilidade dos espécimes, que permite aos morcegos explorar recursos alimentares distribuídos em mosaico, percorrendo vastos territórios e apresentando extensas áreas de vida (Lima, 1995), a diversificação nos horários de atividade, com padrões unimodais (apenas um pico durante o período de atividade) ou bimodais (dois picos durante o período de atividade) (e.g. Kuntz, 1974; Marinho-Filho e Sazima, 1989; Pimenta, 2013), e o comportamento de forrageio são outros fatores importantes para o particionamento do nicho alimentar entre os quirópteros (e.g. Marinho-Filho e Sazima, 1989). Os morcegos da Família Phyllostomidae, por exemplo, apresentam comportamento de forrageio em linhas de captura (*trapline*), a partir das quais os animais seguem rotas fixas para obter alimento (Fleming *et al.*, 2009). Entretanto, os locais onde as espécies forrageiam são diferenciados para evitar competição, havendo táxons, como *Carollia* spp. e *Sturnira* spp., que são forrageadores de sub-bosque, com horários de atividades diferentes (Oliveira, 2015; Batista *et al.*, 2017), enquanto *Miconictoris* spp. forrageia em meio à vegetação densa da floresta, utilizando a ecolocalização para identificar e capturar as presas (Ferracioli *et al.*, 2017). Esse comportamento de captura das presas em voo também é observado em morcegos das Famílias Vespertilionidae e Molossidae, que são insetívoros aéreos, podendo ser forrageadores de áreas abertas, como *Eptesicus* spp., de florestas e clareiras, a exemplo de *Myotis nigricans* (Bianconi e Pedro, 2017), ou de áreas abertas, acima do nível do dossel de florestas, como *Molossus* spp. (Sartore *et al.*, 2017).

Estudos sobre dieta de morcegos ainda são escassos (Reis *et al.*, 2013; Reis *et al.*, 2017). As espécies, em geral, são classificadas em grandes grupos (hematófagos, carnívoros, piscívoros, insetívoros, frugívoros e onívoros), mas essas são classificações genéricas, muitas vezes baseadas no que se conhece para alguns representantes de determinados gêneros, subfamílias ou famílias, sem que tenham sido realizados estudos específicos de dieta (e.g. Charles-Dominique, 1986; Fleming e Sosa, 1994; Martins *et*

al., 2014; Lima *et al.*, 2016). Essas generalizações podem estabelecer uma definição errônea dos nichos tróficos ocupados pelas espécies, inviabilizando a compreensão da forma como espécies simpátricas compartilham recursos alimentares, além de gerar vieses sobre o conhecimento acerca da ecologia desses animais (Reis *et al.*, 2013, Reis *et al.*, 2017).

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a dieta de morcegos e determinar se os itens alimentares consumidos estão associados à massa corporal ou se são definidos por aspectos filogenéticos dos grupos de quirópteros. Era esperado que espécies com massa corporal semelhante possuíssem dietas mais similares e, neste sentido, o atributo massa corporal seria um fator determinante para explicar o tipo de dieta das espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A coleta de dados foi realizada na Reserva Natural Vale (RNV; 19°06' e 19°18' S, 39°45' e 40°19' W), localizada entre os municípios de Linhares e Jaguaré, na região norte do estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil (Fig. 1). Compreende aproximadamente 22.711 ha e, junto com a Reserva Biológica de Sooretama (RBS; 24.250 ha), a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Mutum-Preto (379 ha) e a RPPN Recanto das Antas (2.212 ha), forma o maior remanescente de vegetação nativa do estado, conhecido como Bloco Linhares-Sooretama (Fig. 1; Srbek-Araujo *et al.*, 2015). Essas reservas reúnem aproximadamente 50.000 ha de áreas naturais, representando pouco mais de 10% da área florestal remanescente no estado (baseado em dados disponíveis em FSOSMA e INPE, 2017).

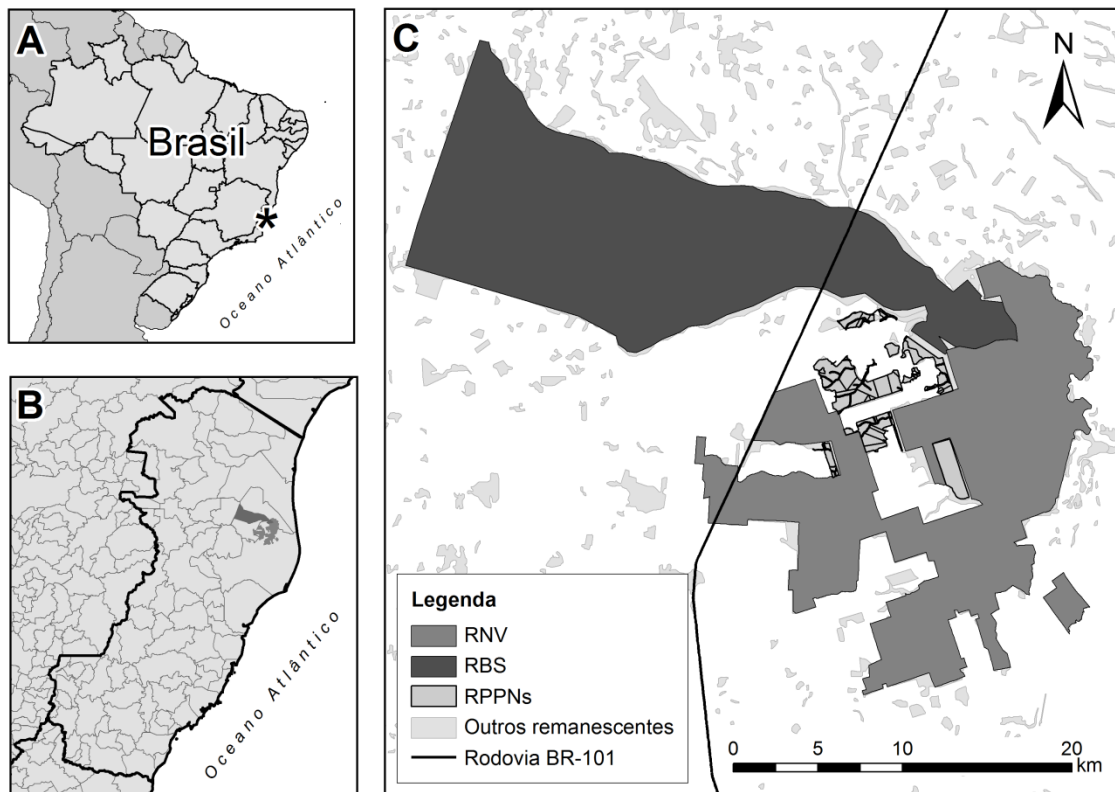


Figura 1: Mapa de localização do Bloco Linhares-Sooretama no estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil (A e B), com destaque para os limites da Reserva Natural Vale (RNV), da Reserva Biológica de Sooretama (RBS) e das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), mostrando também os outros remanescentes do entorno e a Rodovia BR-101 (C).

A RNV está situada, segundo a classificação de Köppen, na região climática Aw, apresentando clima tropical com inverno seco (Alvarez *et al.*, 2014). A temperatura média anual é de 24,3°C, variando entre máximas em torno de 30°C e mínimas de 19°C (Kierulff *et al.*, 2014). A pluviosidade média anual é em torno de 1.214 mm e a umidade relativa do ar é de 84% (Kierulff *et al.*, 2014). A RNV apresenta relevo relativamente plano, com altitudes que variam de 28 a 65 m acima do nível do mar (Jesus e Rolim, 2005). A vegetação local é classificada como Floresta Tropical Estacional Perenifólia, composta por mosaicos de habitats, com predomínio de floresta alta (floresta de tabuleiro), além de florestas de várzea, florestas de muçununga e campos nativos (Jesus e Rolim, 2005).

O entorno da RNV é composto por áreas destinadas a atividades antrópicas, em sua maioria, e por vegetação nativa, áreas permanentemente alagadas e cursos d'água (Kierulff *et al.*, 2014). Nos limites oeste e sul da RNV são encontradas áreas de

pastagens e culturas agrícolas, com destaque para áreas destinadas ao cultivo de mamão, café e eucalipto, além da Rodovia BR-101, entre os quilômetros 113 e 122 (Kierulff *et al.*, 2014). Em seu limite norte, encontra-se a RBS e a várzea do rio Barra Seca, e a leste a RNV é margeada por restingas e por um sistema lacunar de planícies costeiras quaternárias (Kierulff *et al.*, 2014).

A RNV é uma importante área para a realização de estudos ecológicos pois abriga uma grande diversidade de flora e fauna, sendo uma das áreas com o maior número de espécies de morcegos registradas em toda Mata Atlântica (Srbek-Araujo *et al.*, 2014). Foram confirmadas para a RNV, até o momento, 50 espécies de morcegos, distribuídas em cinco famílias, sendo elas: Molossidae, Vespertilionidae, Phyllostomidae, Noctilionidae e Emballonuridae (Srbek-Araujo *et al.*, 2014). As três primeiras são consideradas as mais comuns em inventários realizados na região sudeste do Brasil (Moratelli e Peracchi, 2007).

Coleta de dados

As amostragens foram realizadas entre os meses de outubro de 2015 e julho de 2017, totalizando 17 campanhas amostrais. Cada campanha era composta por uma a três noites consecutivas de amostragem, totalizando 31 noites de coleta de dados. A captura dos morcegos se deu com a utilização de redes de interceptação de voo, também chamadas de redes de neblina, com tamanho 10 m x 2,5 m. Foram utilizadas duas redes por noite de amostragem e estas foram armadas ao entardecer (antes do pôr do sol), permanecendo armadas por aproximadamente 6 horas, até o fim do pico de atividade dos morcegos. O esforço amostral realizado foi de aproximadamente 372 horas-rede. As redes foram armadas próximo a corpos d'água ou interceptando estradas não pavimentadas situadas no interior da RNV. A cada 30 minutos, as redes eram vistoriadas para retirada dos espécimes capturados, que recebiam um número de registro e eram colocados individualmente em sacos de pano, por aproximadamente 1 hora, para coleta das amostras fecais eventualmente depositadas por eles. Era então realizada a identificação da espécie, com a ajuda de guias de identificação (Reis *et al.*, 2013, Reis *et al.*, 2017), a pesagem e a determinação do sexo dos espécimes, os quais eram posteriormente soltos próximo ao local de captura. Amostras defecadas durante manipulação dos animais ainda presos na rede também eram coletadas. Uma vez

coletadas, as amostras fecais eram acondicionadas individualmente em microtubo, tipo *eppendorf*, devidamente identificado com o número de registro de cada espécime. As amostras eram mantidas refrigeradas e foram encaminhadas para posterior triagem no Laboratório de Ecologia e Conservação de Biodiversidade (LECBio) da Universidade Vila Velha (UVV). A classificação taxonômica dos espécimes seguiu Reis *et al.* (2017).

Procedimentos laboratoriais

Para triagem das amostras, cada *pellet* (menor unidade que compõe a amostra fecal) era depositado individualmente sobre papel filtro, em placa de Petri, para ser analisado em lupa estereoscópica. As amostras eram umidificadas e amolecidas com álcool 40% e, em seguida, eram desmembradas com auxílio de agulhas e pinças. Os itens contidos nas amostras foram identificados ao menor nível taxonômico possível com o auxílio de chaves de identificação de insetos (Rafael *et al.*, 2012) e guias de identificação de sementes (e.g. Lima *et al.*, 2016, Oliveira e Pereira, 2016). Uma coleção de sementes também foi montada, a partir de frutos coletados na RNV, para servir de material de comparação que auxiliou na identificação das sementes encontradas nas amostras fecais. Todas as partes diagnósticas dos itens consumidos eram fotografadas e, após a triagem, os papéis filtro com os itens não digeridos eram secos ao ar livre e posteriormente acondicionados em sacos plásticos individuais identificados com o número de registro do espécime para posterior consulta, quando necessário. As fotos dos itens identificados nas amostras fecais foram utilizadas na preparação de uma coleção de referência dos itens alimentares consumidos na RNV para uso em estudos futuros.

Análise dos dados

Os itens alimentares contidos nas amostras fecais foram separados quanto à classificação taxonômica superior (itens vegetais e itens animais) e posteriormente foram subdivididos considerando o detalhamento do tipo de recurso vegetal ou animal consumido. Os itens de origem vegetal foram classificados como: “fruto”, “pólen” (estruturas contidas nas fezes) e “néctar” (pólen aderido à pelagem da cabeça em decorrência do acesso às flores); e entre os itens de origem animal foram considerados: “inseto”, “vertebrado” e “sangue”. Os restos de material vegetal ou fragmentos de

insetos cuja identificação não pode ser detalhada foram classificados como “item vegetal não identificado” ou “inseto não identificado”, respectivamente. Conteúdos fecais cuja identificação não foi possível em nenhum nível foram classificados como “muco”.

Para verificar a importância dos itens alimentares consumidos, foi calculada a Frequência de Ocorrência (FO) de cada item na dieta das espécies estudadas, de acordo com a seguinte fórmula (Erlinge, 1968):

$$FO(\%) = \frac{n}{N} \times 100$$

Onde: FO é a frequência de ocorrência de um determinado táxon nas amostras, n representa o número de amostras em que o táxon estava presente e N representa o número total de amostras analisadas. As amostras que continham apenas “muco” não foram consideradas nos cálculos de frequência.

A classificação da dieta dos morcegos foi realizada a partir da FO dos tipos de itens alimentares consumidos, utilizando como base a classificação proposta por Pineda-Munoz e Alrov (2014), com adaptação dos critérios de classificação, uma vez que esses autores consideraram o volume de ingestão dos itens alimentares. As espécies foram classificadas como especialistas no consumo de determinado tipo de item quando a FO deste recurso alimentar representou mais de 50% em sua dieta. Os recursos alimentares secundários que apresentaram FO entre 20% e 50% também foram considerados na caracterização da dieta das espécies. Caso nenhum dos itens consumidos atingisse 50% da dieta, a espécie seria classificada como generalista.

Para caracterização da dieta, foi montada uma matriz de “espécies x frequência de consumo dos itens alimentares”, considerando também a massa corporal média das espécies baseado em Gonçalves *et al.* (2018), complementado por Reis *et al.* (2017) para os táxons sem registro na primeira referência. Para testar o efeito da massa corporal e da filogenia sobre a dieta dos morcegos, foram adotadas análises multivariadas classificatórias (Cluster) baseadas em métodos hierárquicos (*Tree Clustering*). O Método do Vizinho Mais Próximo (*Single Linkage*), que determina a distância dos agrupamentos com base na menor distância entre quaisquer duas espécies em diferentes subgrupos, foi utilizado como regra de fusão (Statsoft, 2017). Como medida de distância foi utilizada a Distância Euclidiana que é recomendada para análises que

utilizam dados numéricos (Statsoft, 2017). Para estas análises, foram considerados os tipos de itens animais e vegetais consumidos. As análises foram realizadas no Programa Statistica versão 12.5 (Statsoft, 2017).

Para detalhamento e diferenciação da dieta das espécies amostradas, os itens alimentares foram identificados ao menor nível taxonômico possível (gêneros/espécies para os itens vegetais e ordens de insetos e de vertebrado para os itens animais).

RESULTADOS

Foram capturados 245 espécimes, representando cinco famílias, 20 gêneros e 29 espécies de morcegos. A família mais bem representada nas amostragens foi Phyllostomidae (n = 22 espécies), seguida de Vespertilionidae (n = 3), Molossidae (n = 2) e Emballonuridae (n = 1) e Thyropteridae (n = 1). Entre os Phyllostomidae, a subfamília com maior representatividade foi Stenodermatinae (n = 9 espécies). *Molossus molossus* (Molossidae, n = 48 capturas), *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae, Carollinae, n = 32) e *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae, Stenodermatinae, n = 30) foram as espécies registradas com maior frequência. Das espécies registradas, foi possível coletar material fecal de 26 espécies (89,7%), perfazendo um total de 134 amostras fecais (média = 5,2 amostras/espécie; desvio padrão = 6,1; variação = 1 a 28; Tabela 1). Das amostras coletadas, 7 (5,2%) continham apenas itens não identificáveis (“muco”). As espécies que tiveram amostras compostas apenas por itens não identificáveis foram: *Artibeus obscurus* (n = 1), *Molossus molossus* (n = 1), *Phyllostomus hastatus* (n = 1), *Saccopteryx bilineata* (n = 1), *Sturnira lilium* (n = 2) e *Trachops cirrhosus* (n = 1).

Tabela 1: Espécies de morcegos registrados na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre os meses de outubro de 2015 e julho de 2017, incluindo a massa corporal média das espécies, o número de capturas e o número de amostras fecais coletadas por espécie.

Família	Subfamília	Espécie	Massa (g)*	Nº de capturas	Nº de Amostras
Emballonuridae	-	<i>Saccopteryx bilineata</i>	6,9	1	1
Molossidae	-	<i>Molossus molossus</i>	15,0	48	19
	-	<i>Molossus rufus</i>	35,0	7	5
Phyllostomidae	Carolliinae	<i>Carollia brevicauda</i>	15,0	7	7
	Carolliinae	<i>Carollia perspicillata</i>	16,0	32	28
	Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	38,0	16	1
	Glossophaginae	<i>Anoura geoffroyi</i>	15,7	1	0
	Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	10,0	4	2
	Micronycterinae	<i>Micronycteris hirsuta</i>	12,5	4	4
	Micronycterinae	<i>Micronycteris microtis</i>	7,0	2	2
	Micronycterinae	<i>Micronycteris minuta</i>	8,0	1	1
	Phyllostominae	<i>Mimon crenulatum</i>	24,0	2	2
	Phyllostominae	<i>Phyllostomus hastatus</i>	98,0	7	6
	Phyllostominae	<i>Tonatia saurophila</i>	24,5	1	1
	Phyllostominae	<i>Trachops cirrhosus</i>	34,5	7	5
	Rhinophyllinae	<i>Rhinophylla pumilio</i>	9,5	3	3
	Stenodermatinae	<i>Artibeus fimbriatus</i>	59,0	6	4
	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	73,5	30	5
	Stenodermatinae	<i>Artibeus obscurus</i>	39,0	22	9
	Stenodermatinae	<i>Dermanura cinerea</i>	17,0	5	1
	Stenodermatinae	<i>Dermanura gnoma</i>	36,0	1	0
	Stenodermatinae	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	24,1	3	0
	Stenodermatinae	<i>Platyrrhinus recifinus</i>	21,0	2	1
Stenodermatinae	<i>Sturnira lilium</i>	21,0	6	4	
Stenodermatinae	<i>Vampyressa pusilla</i>	11,0	2	1	
Thyropteridae	-	<i>Thyroptera wynneae</i>	4,0	1	1
Vespertilionidae	-	<i>Eptesicus diminutus</i>	7,5	3	3
	-	<i>Eptesicus furinalis</i>	8,0	11	10
	-	<i>Myotis nigricans</i>	5,0	10	8
Total			-	245	134

* De acordo com dados apresentados em Gonçalves *et al.* (2018) e Reis *et al.* (2017).

Das amostras fecais analisadas e que continham itens identificáveis (n = 127), 53 (41,7%) apresentavam itens de origem vegetal e 74 (58,3%) continham itens de origem animal. Com base nos itens alimentares identificados e em sua frequência de consumo, a Família Phyllostomidae foi classificada como Frugívora-insetívora, uma vez que os itens mais consumidos foram frutos e insetos, embora também incluía espécies que consumiram néctar, pólen, vertebrado e sangue. As demais famílias foram classificadas como Insetívora, sendo Thyropteridae a única família com consumo exclusivo de insetos (Tabela 2). Para Molossidae e Vespertilionidae, foi observado o consumo ocasional de frutos (Tabela 2). A Família Emballonuridae não foi classificada quanto à dieta porque a única amostra fecal obtida continha apenas material não identificável.

Tabela 2: Classificação da dieta das famílias e subfamílias de morcegos registrados na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre outubro de 2015 e julho de 2017, considerando a frequência de ocorrência (FO%) dos itens alimentares consumidos. Legenda dos itens alimentares consumidos: Ins: Insetos, Ver: Vertebrados, San: Sangue, Fru: Frutos, Pol: Pólen, Nec: Néctar.

Família/Subfamília	Item alimentar / FO%						Dieta*
	Ins	Ver	San	Fru	Pol	Nec	
Molossidae	92,3	-	-	7,7	-	-	Insetívora
Phyllostomidae	40,3	0,9	0,9	54,3	1,7	0,9	Frugívora-insetívora
Carollinae	20,8	-	-	77,4	1,8	-	Frugívora-insetívora
Desmodontinae	-	-	100	-	-	-	Hematófaga
Glossophaginae	66,7	-	-	-	-	33,3	Insetívora-nectarívora
Micronycterinae	100	-	-	-	-	-	Insetívora
Phyllostominae	73,3	3,3	-	16,7	6,7	-	Insetívora
Rhinophyllinae	100	-	-	-	-	-	Frugívora
Stenodermatinae	7,4	-	-	92,6	-	-	Frugívora
Thyropteridae	100	-	-	-	-	-	Insetívora
Vespertilionidae	86,6	-	-	13,3	-	-	Insetívora
Total	4	1	1	3	1	1	-

* Adaptação dos critérios de classificação propostos por Pineda-Munoz e Alrov (2014).

Quando analisadas as espécies separadamente, 11 (44,0%) foram classificadas como Insetívora, 9 (36,0%) como Frugívora, 2 (8,0%) como Insetívora-frugívora, 1 (4,0%) como Frugívora-insetívora, 1 (4,0%) como Insetívora-nectarívora e 1 (4,0%) como Hematófaga (Tabela 3). A espécie *Saccopteryx bilineata* não foi considerada, uma vez que foi obtida apenas uma amostra fecal e esta apresentava apenas “muco”.

Tabela 3: Classificação da dieta das espécies de morcegos registrados na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre outubro de 2015 e julho de 2017, considerando a frequência de ocorrência (FO%) dos itens alimentares consumidos. Legenda dos itens alimentares consumidos: Ins: Insetos, Ver: Vertebrados, San: Sangue, Fru: Frutos, Pol: Pólen, Nec: Néctar. Legenda das Famílias/Subfamílias ^(sobrescrito): P/C: Phyllostomidae/Carollinae, P/D: Phyllostomidae/Desmodontinae, P/G: Phyllostomidae/Glossophaginae, P/M: Phyllostomidae/Micronycterinae, P/P: Phyllostomidae/Phyllostominae, P/R: Phyllostomidae/Rhinophyllinae, P/S: Phyllostomidae/Stenodermatinae, V: Vespertilionidae, M: Molossidae, T: Thyropteridae.

Espécie	Item alimentar / FO%						Dieta*
	Ins	Ver	San	Fru	Pol	Nec	
<i>Artibeus fimbriatus</i> ^{P/S}	16,7	-	-	83,3	-	-	Frugívora
<i>Artibeus lituratus</i> ^{P/S}	16,7	-	-	83,3	-	-	Frugívora
<i>Artibeus obscurus</i> ^{P/S}	-	-	-	100	-	-	Frugívora
<i>Carollia brevicauda</i> ^{P/C}	10,0	-	-	90,0	-	-	Frugívora
<i>Carollia perspicillata</i> ^{P/C}	28,6	-	-	68,6	2,9	-	Frugívora-insetívora
<i>Dermanura cinerea</i> ^{P/S}	-	-	-	100	-	-	Frugívora
<i>Desmodus rotundus</i> ^{P/D}	-	-	100	-	-	-	Hematófaga
<i>Eptesicus diminutus</i> ^V	66,7	-	-	33,3	-	-	Insetívora-frugívora
<i>Eptesicus furinalis</i> ^V	81,8	-	-	18,2	-	-	Insetívora
<i>Glossophaga soricina</i> ^{P/G}	66,7	-	-	-	-	33,3	Insetívora-nectarívora
<i>Micronycteris hirsuta</i> ^{P/M}	100	-	-	-	-	-	Insetívora
<i>Micronycteris microtis</i> ^{P/M}	100	-	-	-	-	-	Insetívora
<i>Micronycteris minuta</i> ^{P/M}	100	-	-	-	-	-	Insetívora
<i>Mimon crenulatum</i> ^{P/P}	100	-	-	-	-	-	Insetívora
<i>Molossus molossus</i> ^M	97,6	-	-	2,4	-	-	Insetívora
<i>Molossus rufus</i> ^M	90,9	-	-	9,1	-	-	Insetívora

<i>Myotis nigricans</i> ^V	100	-	-	-	-	-	Insetívora
<i>Phyllostomus hastatus</i> ^{P/P}	66,7	-	-	20,0	13,3	-	Insetívora-frugívora
<i>Platyrrhinus recifinus</i> ^{P/S}	-	-	-	100	-	-	Frugívora
<i>Rhinophylla pumilio</i> ^{P/R}	-	-	-	100	-	-	Frugívora
<i>Sturnira lilium</i> ^{P/S}	-	-	-	100	-	-	Frugívora
<i>Thyroptera wynneae</i> ^T	100	-	-	-	-	-	Insetívora
<i>Tonatia saurophila</i> ^{P/P}	100	-	-	-	-	-	Insetívora
<i>Trachops cirrhosus</i> ^{P/P}	85,7	14,3	-	-	-	-	Insetívora
<i>Vampyressa pusilla</i> ^{P/S}	-	-	-	100	-	-	Frugívora
Total	18	1	1	15	2	1	-

* Adaptação dos critérios de classificação propostos por Pineda-Munoz e Alrov (2014).

Das espécies analisadas (n = 25), 10 (40,0%) apresentaram mais de 50% da dieta baseada ou com grande proporção de ingestão de itens de origem vegetal, sendo a maioria composta por frutos (Tabela 4A). Das 53 amostras fecais que continham material vegetal, em 37 (69,8%) foi possível detalhar a identificação de pelo menos um item consumido. No total, foram identificadas sementes de 11 táxons, sendo 6 (54,5%) identificados apenas ao nível de gênero e 5 (45,5%) de espécie (Tabela 4A). Os frutos consumidos pertencem às Famílias Humiriaceae (*Humiriastrum mussunungense*), Hypericaceae (*Vismia martiana*), Moraceae (*Ficus nymphaeifolia* e *Ficus* sp.), Piperaceae (*Piper* sp.), Sapotaceae (*Manilkara zapota*) e Urticaceae (*Cecropia pachystachya* e *Cecropia* sp.; Tabela 4A). Os frutos consumidos com maior frequência foram *Vismia martiana*, *Piper* sp.1 e *Cecropia* imatura (Tabela 4A). Quanto ao tipo de dispersão, apenas *Humiriastrum mussunungense* e *Manilkara zapota* foram classificadas como estomatocóricas. As outras espécies observadas nas amostras foram classificadas como endozoocóricas. Grãos de pólen foram observados em 3 (8,1%) amostras fecais, sendo 2 de *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae/Phyllostominae) e 1 de *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae/Carollinae). Já *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae/Glossophaginae) foi capturado com grão de pólen do gênero *Abutilon* sp. aderido à pelagem da cabeça, indicando consumo de néctar (ausência de pólen nas amostras fecais).

Tabela 4A: Itens alimentares vegetais identificados nas amostras fecais de morcegos capturados na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre outubro de 2015 e julho de 2017, considerando o número total de amostras fecais analisadas para cada espécie (N), o número de amostras com registros de cada item e a respectiva frequência de ocorrência (FO%; entre parênteses). Legenda dos itens alimentares: Ce1: fruto imaturo de *Cecropia* sp., Cep: *Cecropia pachystachya*, Ce2: *Cecropia* sp.2., Fin: *Ficus nymphaeifolia*, Fi2: *Ficus* sp.2, Fi3: *Ficus* sp.3, Pi1: *Piper* sp.1, Pi2: *Piper* sp.2, Vis: *Vismia martiana*, Maz: *Manilkara zapota*, Hum: *Humiriastrum mussunungense*, Sem: Semente não identificada, Abu: Pólen de *Abutilon* sp. (aderido à pelagem), Pol: Pólen não identificado (contido no conteúdo fecal), IVN: Item vegetal não identificado. Legenda das Famílias/Subfamílias ^(sobrescrito): P/C: Phyllostomidae/Carollinae, P/D: Phyllostomidae/Desmodontinae, P/G: Phyllostomidae/Glossophaginae, P/P: Phyllostomidae/Phyllostominae, P/R: Phyllostomidae/ Rhinophyllinae, P/S: Phyllostomidae/Stenodermatinae, V: Vespertilionidae, M: Molossidae, T: Thyropteridae. Os cálculos de frequência de ocorrência consideraram as Tabelas 4A e 4B de forma integrada.

Espécie	Item alimentar / FO%															N	
	Ce1	Cep	Ce2	Fin	Fi2	Fi3	Pi1	Pi2	Vis	Maz	Hum	Sem	Abu	Pol	IVN		
<i>A. fimbriatus</i> ^{P/S}	-	-	-	1 (25,0)	-	-	-	-	-	-	1 (25,0)	1 (25,0)	-	-	-	2 (50,0)	4
<i>A. lituratus</i> ^{P/S}	-	-	-	-	-	1 (20,0)	-	-	-	-	-	1 (20,0)	-	-	-	3 (60,0)	5
<i>A. obscurus</i> ^{P/S}	-	-	-	-	1 (12,5)	-	-	-	-	-	1 (12,5)	-	-	-	-	6 (75,0)	8
<i>C. brevicauda</i> ^{P/C}	1 (14,3)	1 (14,3)	-	-	-	-	2 (28,6)	1 (14,3)	2 (28,6)	-	-	2 (28,6)	-	-	-	-	7
<i>C. perspicillata</i> ^{P/C}	4 (14,3)	3 (10,7)	1 (3,6)	-	-	-	5 (17,9)	-	4 (14,3)	-	-	3 (10,7)	-	1 (3,6)	-	7 (25,0)	28
<i>D. cinerea</i> ^{P/S}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100)	1

<i>E. diminutus</i> ^V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3
															(66,7)	
<i>E. furinalis</i> ^V	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8
															(12,5)	
<i>G. soricina</i> ^{P/G}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
													(50,0)			
<i>M. molossus</i> ^M	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	18
	(11,1)														(5,6)	
<i>M. rufus</i> ^M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
															(20,0)	
<i>P. hastatus</i> ^{P/P}	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	2	-	5
							(20,0)					(40,0)		(40,0)		
<i>P. recifinus</i> ^{P/S}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
															(100)	
<i>R. pumilio</i> ^{P/R}	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	3
									(100)							
<i>S. lilium</i> ^{P/S}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
															(100)	
<i>V. pusilla</i> ^{P/S}	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
					(100)											
Total	3	2	1	1	2	1	3	1	3	2	1	4	1	2	11	101

Artibeus fimbriatus, *Artibeus lituratus*, *Artibeus obscurus*, *Dermanura cinerea*, *Platyrrhinus recifinus*, *Sturnira lilium* e *Vampyressa pusilla* (Phyllostomidae/Stenodermatinae), *Carollia brevicauda* e *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae/Carollinae) e *Rhinophylla pumilio* (Phyllostomidae/ Rhinophyllinae) foram as espécies que apresentaram dieta baseada principalmente em itens de origem vegetal (Tabela 4A). As espécies da Subfamília Stenodermatinae consumiram principalmente frutos de *Ficus* sp., enquanto as espécies da Subfamília Carollinae consumiram principalmente frutos de *Cecropia* sp., *Vismea* sp. e *Piper* sp. A espécie da Subfamília Rhinophyllinae consumiu apenas frutos de *Vismea* sp. (Tabela 4A).

Entre as espécies analisadas, 14 (56,0%) apresentaram dieta baseada ou com grande proporção de ingestão de itens de origem animal, sendo a maioria composta por insetos (Tabela 4B). Das 74 amostras fecais que em que foi observada a presença de itens animais, em 49 (66,2%) a identificação de pelo menos um item foi possível com maior detalhamento (Tabela 4B). Dentre os itens de origem animal, foram identificadas quatro ordens de insetos e uma ordem de vertebrado (Tabela 4B). Os insetos consumidos pertenciam às Ordens Coleoptera (71,4%), Hymenoptera (22,4%), Diptera (2,0%) e Orthoptera (2,0%). Em apenas uma amostra foi constatado o consumo de vertebrado (2,0%), o qual pertencia à Ordem Anura (Classe Amphibia).

Tabela 4B: Itens alimentares animais identificados nas amostras fecais de morcegos registrados na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre outubro de 2015 e julho de 2017, considerando o número total de amostras fecais analisadas para cada espécie (N), o número de amostras com registros de cada item e a respectiva frequência de ocorrência (FO%; entre parênteses). Legenda dos itens alimentares: Col: Coleoptera, Ort: Orthoptera, Hym: Hymenoptera, Dip: Diptera, INI: Inseto não identificado, Anf: Anfíbio,. Legenda das Famílias/Subfamílias ^(sobrescrito): P/C: Phyllostomidae/Carollinae, P/D: Phyllostomidae/Desmodontinae, P/G: Phyllostomidae/Glossophaginae, P/M: Phyllostomidae/Micronycterinae, P/P: Phyllostomidae/Phyllostominae, P/S: Phyllostomidae/Stenodermatinae, V: Vespertilionidae, M: Molossidae, T: Thyropteridae. Os cálculos de frequência de ocorrência consideraram as Tabelas 4A e 4B de forma integrada.

Espécie	Item alimentar / FO%						N
	Col	Ort	Hym	Dip	INI	Anf	
<i>Artibeus fimbriatus</i> ^{P/S}	-	-	-	-	1 (25,0)	-	4
<i>Artibeus lituratus</i> ^{P/S}	-	-	-	-	1 (20,0)	-	5
<i>Carollia brevicauda</i> ^{P/C}	-	-	-	-	1 (14,3)	-	7
<i>Carollia perspicillata</i> ^{P/C}	2 (8,7)	-	-	-	8 (34,8)	-	28
<i>Eptesicus diminutus</i> ^V	-	-	-	1 (33,3)	3 (100)	-	3
<i>Eptesicus furinalis</i> ^V	2 (25,0)	-	-	-	7 (87,5)	-	8
<i>Glossophaga soricina</i> ^{P/G}	1 (50,0)	-	-	-	1 (50,0)	-	2
<i>Micronycteris hirsuta</i> ^{P/M}	-	-	-	-	4 (100)	-	4
<i>Micronycteris microtis</i> ^{P/M}	1 (50,0)	-	1 (50,0)	-	2 (100)	-	2
<i>Micronycteris minuta</i> ^{P/M}	-	-	-	-	1 (100)	-	1
<i>Mimon crenulatum</i> ^{P/P}	2 (100)	-	1 (50,0)	-	2 (100)	-	2
<i>Molossus molossus</i> ^M	14 (77,8)	1 (5,6)	5 (27,8)	-	18 (100)	-	18
<i>Molossus rufus</i> ^M	2 (40,0)	-	3 (60,0)	-	5 (100)	-	5
<i>Myotis nigricans</i> ^V	4 (50,0)	-	1 (12,5)	-	8 (100)	-	8
<i>Phyllostomus hastatus</i> ^{P/P}	5 (100)	-	-	-	5 (100)	-	5
<i>Thyroptera wynneae</i> ^T	-	-	-	-	1 (100)	-	1
<i>Tonatia saurophila</i> ^{P/P}	-	-	-	-	1 (100)	-	1
<i>Trachops cirrhosus</i> ^{P/P}	2 (50,0)	-	-	-	4 (100)	1 (20,0)	4
Total	10	1	5	1	18	1	108

A Ordem Coleoptera foi consumida por 10 espécies de morcegos (55,6%) dentre as que apresentaram consumo de insetos (n = 18), enquanto as outras ordens foram consumidas por 5 espécies (Hymenoptera; 27,8%) ou por apenas uma (Orthoptera e Diptera; 5,6% cada). As espécies que apresentaram maior consumo de coleópteros foram *Molossus molossus* (Molossidae), *Mimon crenulatum* e *Phyllostomus hastatus*

(Phyllostomidae/Phyllostominae; Tabela 4B). Para *Molossus rufus* (Molossidae), apesar de consumir coleópteros, foi observado maior consumo de insetos da Ordem Hymenoptera. *Eptesicus diminutus* (Vespertilionidae) e *Molossus molossus* (Molossidae) foram as únicas espécies com registro de consumo de insetos das Ordens Diptera e Orthoptera, respectivamente (Tabela 4B). O consumo de vertebrado da Ordem Anura foi observado apenas para *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae/Phyllostominae; Tabela 4B).

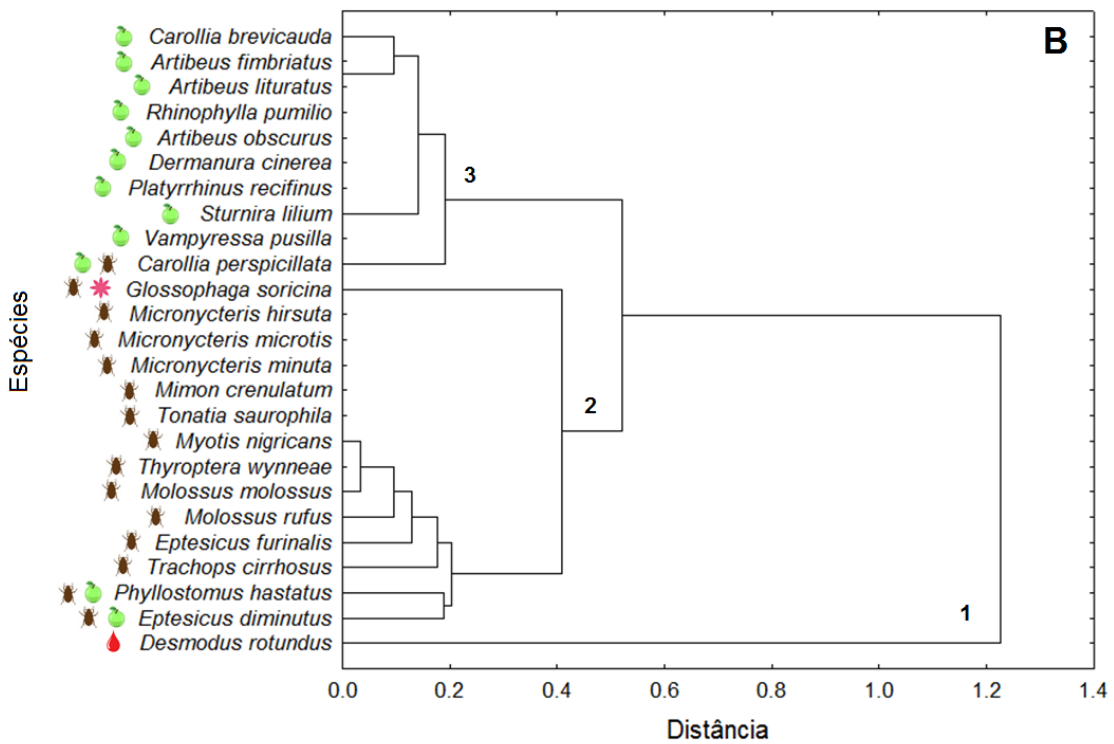
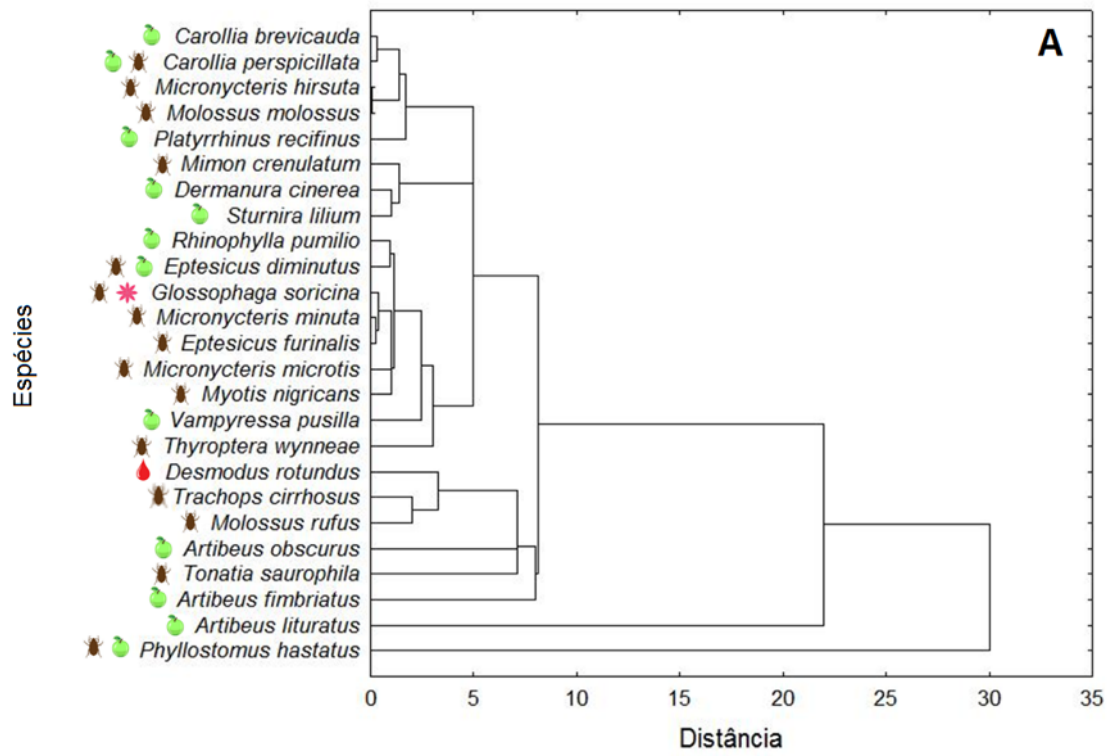
Apesar do maior consumo de frutos, *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae/Carollinae) apresentou 31,5% de sua dieta baseada em outros itens alimentares, especialmente insetos (28,6%), indicando dieta mista (Frugívora-insetívora; Tabelas 4A e 4B). *Eptesicus diminutus* (Vespertilionidae) e *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae/Phyllostominae), apesar de consumirem principalmente insetos, também apresentaram dieta mista (Insetívora-frugívora) em função da ingestão de frutos em 33,3% e 20,0%, respectivamente (Tabelas 4A e 4B). *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae/Glossophaginae) apresentou dieta composta por insetos e néctar, embora o primeiro item tenha sido consumido com maior frequência (66,7%; Insetívora-nectarívora; Tabelas 4A e 4B).

A massa corporal não representou uma característica determinante do tipo de dieta, agrupando táxons cuja composição alimentar revelou-se muito diferenciada, a exemplo de '*Rhinophylla pumilio* (Phyllostomidae/ Rhinophyllinae) e *Eptesicus diminutus* (Vespertilionidae)' e '*Molossus rufus* (Molossidae), *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae/Phyllostominae) e *Desmodus rotundus* (Phyllostomidae/Desmodontinae)' (Fig. 2A).

Quando considerados os dados de dieta sem a variável massa corporal, apesar da pequena distância entre os agrupamentos, observou-se a organização das espécies em três grupos principais (Fig. 2B). A espécie *Desmodus rotundus* (Phyllostomidae/Desmodontinae), com dieta exclusivamente Hematófaga, se separou das demais espécies, compondo o Grupo 1. O Grupo 2 foi definido como Essencialmente Insetívoro e representa o grupo com maior riqueza de espécies (Fig. 2B). Neste grupo estão agrupadas as espécies com dieta composta exclusiva ou predominantemente por insetos, como *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae/Phyllostominae), que incluiu o consumo de vertebrado, e as espécies *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae/Phyllostominae), *Eptesicus diminutus*, *Eptesiscus furinalis* (Vespertilionidae), *Molossus molossus* e *Molossus rufus*

(Molossidae), cujo consumo de fruto variou entre 2,4% e 33,3%. O morcego *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae/Glossophaginae), com dieta Insetívora-nectarívora, também compôs o Grupo 2. O Grupo 3 foi definido como Essencialmente Frugívoro, agregando as espécies com dieta composta exclusiva ou predominantemente por frutos, além do Frugívoro-insetívoro *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae/Carollinae).

Os três grupos observados corresponderam a combinações exclusivas de famílias e/ou subfamílias, sugerindo uma tendência ao agrupamento filogenético dos táxons amostrados (Fig. 2C). A Família Phyllostomidae foi a única representada em mais de um agrupamento, entretanto, cada subfamília permaneceu vinculada a apenas um dos grupos. As espécies das Subfamílias Carollinae, Rhinophyllinae e Stenodermatinae organizaram-se no Grupo 3 (Fig. 2C). Os representantes das Subfamílias Glossophaginae, Micronycterinae e Phyllostominae reuniram-se no Grupo 2 e foram os únicos, entre os Phyllostomidae, que se associaram às outras Famílias - Molossidae, Vespertilionidae e Thyropteridae (Fig. 2C). Das subfamílias citadas, apenas Phyllostominae esteve diretamente relacionada ou mais próxima de representantes de uma outra família (Vespertilionidae). O Grupo 1, por sua vez, correspondeu ao ramo exclusivo da Subfamília Desmodontinae (Fig. 2C).



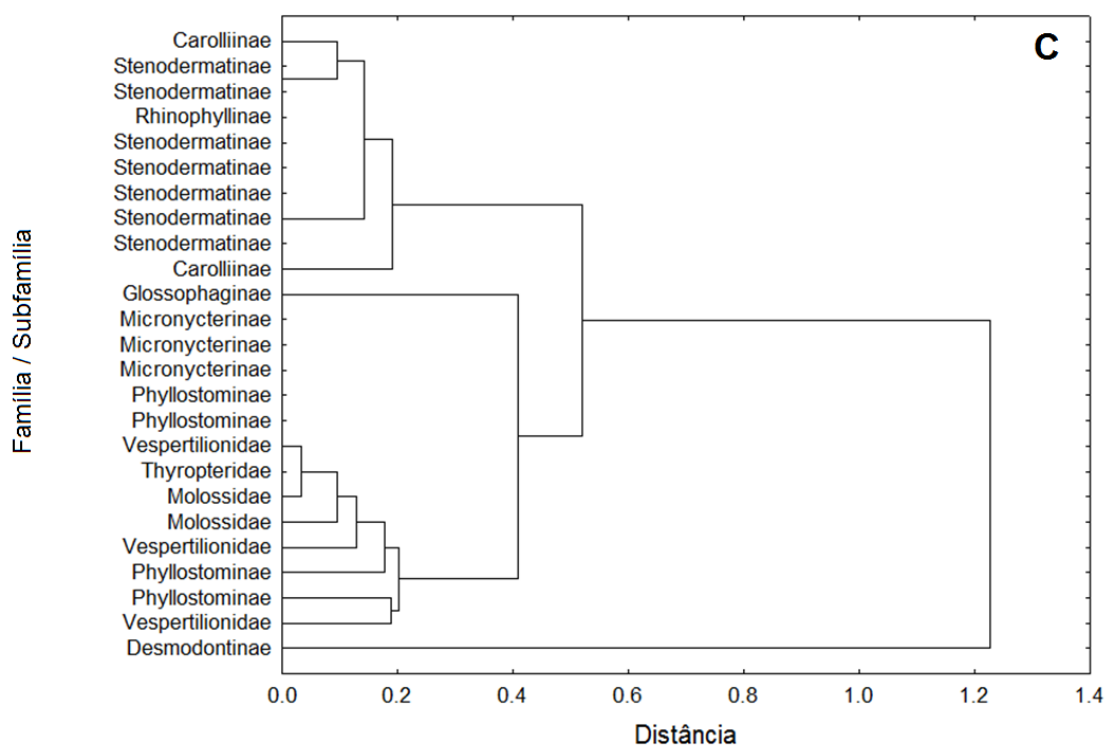


Figura 2: Análise multivariada classificatória por ligação simples com base em Distâncias Euclidianas dos dados de dieta para 25 das espécies de morcegos registradas na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre outubro de 2015 a julho de 2017: incluindo a variável massa corporal (A) e considerando apenas a caracterização da dieta (B – espécies; C – famílias e subfamílias correspondentes). Os números representam os três grupos identificados: 1 – Hematófago, 2 – Essencialmente Insetívoro, 3 – Essencialmente Frugívoro. Legenda: Frugívoro (🍏), Frugívoro-insetívoro (🍏🐛), Insetívoro (🐛), Insetívoro-frugívoro (🐛🍏), Insetívoro-nectarívoro (🐛🌸), Hematófago (🩸).

DISCUSSÃO

As espécies que compõem a comunidade de morcegos da RNV estão diferentemente distribuídas entre as guildas tróficas identificadas no presente estudo, havendo grupos representados por um maior número de espécies. Observou-se, entretanto, diferenças nas proporções de consumo dos itens alimentares e/ou variações em relação aos tipos específicos de itens utilizados dentro de uma mesma guilda trófica. Isso permite a exploração dos recursos alimentares de forma complementar, favorecendo o particionamento do nicho trófico entre as espécies. Estas observações corroboram o padrão descrito anteriormente para comunidades de morcegos

neotropicais (e.g. Carvalho, 1961; Greenhall, 1988; Pedro e Passos, 1995; Reis *et al.*, 2007).

As Famílias Molossidae, Thyropteridae e Vespertilionidae foram classificadas como Insetívoras, corroborando o descrito para essas famílias em outros estudos (e.g. Wilson, 1973; Bianconi e Pedro, 2007; Fabian e Gregorin, 2007; Lima e Gregorin, 2007), embora tenha ocorrido o consumo de frutos por espécies das Famílias Molossidae e Vespertilionidae (discutido posteriormente). Phyllostomidae, embora seja uma família em que se observa uma grande variedade de itens alimentares consumidos, é considerada uma família com tendência à frugivoria (Carvalho, 1961; Reis *et al.*, 2007). No presente estudo, porém, houve um maior consumo de frutos e insetos, o que permitiu classificá-la como Frugívora-insetívora. Quando analisada a dieta das subfamílias separadamente, essa família pode ser considerada generalista, uma vez que Carrollinae, Rhinophyllinae e Stenodermatinae consumiram mais frutos, Glossophaginae utilizou insetos e néctar, Micronycterinae e Phyllostominae consumiram insetos e Desmodontinae se alimentou de sangue. Estes registros corroboram estudos que sugerem que cada subfamília de Phyllostomidae tem preferência por itens alimentares distintos (e.g. Greenhall, 1988; Sánchez e Álvarez, 2000; Reis *et al.*, 2007).

No presente estudo, *Artibeus fimbriatus*, *Artibeus lituratus*, *Artibeus obscurus*, *Dermanura cinerea*, *Platyrrhinus recifinus*, *Sturnira lilium*, *Vampyressa pusilla* (Phyllostomidae/Stenodermatinae), *Carollia brevicauda* (Phyllostomidae/Carrollinae) e *Rhinophylla pumilio* (Phyllostomidae/Rhinophyllinae) foram classificados como espécies Frugívoras, corroborando outros estudos de dieta realizados na Mata Atlântica com essas espécies ou gêneros (e.g. Pedro e Passos, 1995; Mikich, 2002; Passos *et al.*, 2003; Lima *et al.*, 2016). Esses estudos também consideram *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae/Carrollinae) como uma espécie predominantemente Frugívora (Pedro e Passos, 1995; Mikich, 2002; Passos *et al.*, 2003; Lima *et al.*, 2016), embora ela tenha sido classificada como Frugívora-insetívora no presente estudo. Morcegos dessa espécie geralmente forrageiam no extrato arbustivo do sub-bosque (Oliveira, 2015), complementando sua dieta com insetos que voam abaixo do dossel (Mikich, 2002), o que parece ocorrer em diferentes proporções dependendo da localidade.

Entre os morcegos frugívoros, é reconhecida a existência de preferência por frutos de algumas famílias botânicas, sendo *Cecropia*, *Ficus*, *Piper*, *Solanum* e *Vismia* os gêneros mais consumidos (Mikich e Bianconi, 2005; Pinto e Ortêncio-Filho, 2006; Mikich *et al.*, 2015). No presente estudo, *Artibeus* spp. consumiu *Ficus*, *Manilkara* e

Humiriastrum; e *Carollia* spp. consumiu *Piper*, *Cecropia* e *Vismea*. Esses resultados estão em concordância com estudos que demonstram preferência e especialização de determinadas espécies de morcegos no consumo de alguns gêneros vegetais, como *Artibeus* spp. com *Ficus* e *Cecropia*; *Carollia* spp. com *Piper*; *Sturnira* spp. com *Solanum* (Pedro e Passos, 1995; Passos *et al.*, 2003; Mikich *et al.*, 2003; Mikich e Bianconi 2005; Mikich *et al.*, 2015). No presente estudo, entretanto, não foi registrado o consumo de frutos de *Solanum* por morcegos do gênero *Sturnira* spp., tendo essa espécie consumido material vegetal que não pode ser identificado (provavelmente polpa de fruto). A especialização dos morcegos no consumo de determinados frutos parece estar relacionada ao particionamento de recursos alimentares, evitando ou reduzindo a competição e permitindo a coexistência de espécies com dietas semelhantes em uma mesma área (Marinho-Filho, 1991). Mikich (2002) atribui a preferência de *Artibeus* spp. por frutos do gênero *Ficus* ao ciclo reprodutivo desse táxon vegetal. Segundo Janzen (1979), este gênero é caracterizado por indivíduos de uma mesma espécie frutificando de forma assincrônica, o que garante a disponibilidade constante de frutos ao longo de todo ano. Por outro lado, essa disponibilidade constante de frutos de *Ficus* também poderia ser um motivador para que outras espécies de morcegos frugívoros consumissem frutos desse táxon. Entretanto, Mikich *et al.* (2003) e Mikich e Bianconi (2005) atribuíram a preferência das espécies de morcego por frutos de determinados táxons vegetais à acuidade olfativa que esses animais têm pelos óleos essenciais produzidos pelos frutos maduros. Em seus estudos, esses autores realizaram testes dispondo óleo essencial de frutos de piperáceas maduras na rede de neblina e *Carollia* spp. foi o único táxon que respondeu positivamente ao estímulo, apresentando maior número de capturas. Os autores sugeriram que a preferência alimentar relacionada à acuidade olfativa também seria verdadeiro para os morcegos dos gêneros *Artibeus* e *Sturnira*.

O consumo de insetos por espécies com dieta preferencialmente Frugívora, a exemplo de *Artibeus fimbriatus*, *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae/Stenodermatinae) e *Carollia brevicauda* (Phyllostomidae/Carollinae), pode estar relacionada à sazonalidade dos ciclos reprodutivos das plantas, as quais, de forma geral, não disponibilizam frutos regularmente durante todo ano (e.g. Dinerstein, 1986; Marinho-Filho, 1991; Mikich, 2002; Ragusa-Netto, 2002). Alternativamente, o consumo de insetos também poderia estar relacionado à menor disponibilidade de frutos em determinado momento durante o período de reprodução das espécies vegetais, tornado raro ou inconstante seu forrageio

por morcegos frugívoros. Com base nos dados do presente estudo, *Cecropia* spp. foi consumida entre os meses de novembro e abril, *Piper* spp. entre janeiro e abril, *Vismea* spp. entre abril e maio, e *Ficus* spp. entre novembro e março. Estes registros sugerem que os principais gêneros cujos frutos são consumidos por morcegos na RNV apresentaram período de frutificação concentrado entre o final da primavera e o início do outono, o que justificaria a complementação da dieta de algumas espécies de morcegos frugívoros com insetos entre o outono e o inverno. Ressalta-se que as capturas de espécies com dieta preferencialmente Frugívora ocorreu entre os meses de novembro e julho, não tendo sido registrados entre agosto e outubro, e que o consumo de insetos por estes grupos foi registrado principalmente entre os meses de abril e julho, quando possivelmente houve menor disponibilidade de frutos.

Molossus molossus, *Molossus rufus* (Molossidae), *Micronycteris hirsuta*, *Micronycteris microtis*, *Micronycteris minuta* (Phyllostomidae/Micronycterinae), *Mimon crenulatum*, *Tonatia saurophila* (Phyllostomidae/Phyllostominae), *Thyroptera wynneae* (Thyropteridae), *Eptesicus furinalis* e *Myotis nigricans* (Vespertilionidae) apresentaram dieta composta exclusivamente ou predominantemente por insetos, sendo classificadas como Insetívoras, de forma semelhante ao descrito em estudos anteriores para essas espécies ou gêneros (e.g. Wilson, 1971; Wilson, 1973; Wilson e LaVal, 1974; Bianconi e Pedro, 2007; Fabian e Gregorin, 2007; Lima e Gregorin, 2007; Reis *et al.*, 2007; Carvalho *et al.*, 2008). *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae/Phyllostominae) e *Eptesicus diminutus* (Vespertilionidae) foram classificadas como Insetívoras-frugívoras. Santos *et al.* (2003) e Nogueira *et al.* (2007), entretanto, descreveram *Phyllostomus hastatus* como uma espécie Onívora, alimentando-se de insetos, vertebrados, frutos, flores, néctar e pólen; enquanto Bianconi e Pedro (2007) e Gonzáles e Barquez (2016) classificaram *Eptesicus diminutus* como uma espécie Insetívora. Vale ressaltar que *Phyllostomus hastatus*, embora tenha consumido insetos e frutos com maior frequência, também consumiu pólen, o que pode indicar uma tendência ao generalismo também na RNV.

Foi possível identificar apenas ao nível de ordem os insetos consumidos pelos morcegos e em apenas 48 ocasiões (64,9%) devido à elevada fragmentação do material contido nas amostras fecais. Segundo Becker *et al.* (2012), o maior processamento do alimento está diretamente relacionado ao aproveitamento dos itens ingeridos, ressaltando que, quanto maior a fragmentação, maior será a eficiência digestiva. Apensar do pequeno número de itens identificados, os dados obtidos sugerem que as

espécies de morcegos parecem consumir mais determinadas ordens de insetos do que outras, sendo Coleoptera a ordem mais consumida no presente estudo, tanto em relação ao número de espécies de morcegos que a utiliza quanto à frequência de consumo. Aguirre *et al.* (2003) obteve resultado semelhante em seu estudo, relatando que dos 108 insetos encontrados nos conteúdos estomacais dos morcegos analisados, mais da metade (78) eram da Ordem Coleoptera.

O consumo de determinado táxon de inseto por uma ou por outra espécie de morcego pode estar relacionado ao tamanho e/ou à dureza dos insetos consumidos em relação às características morfológicas das espécies de morcegos (dentes, crânio, mandíbula e musculatura associada). Neste contexto, a especialização dos morcegos para consumir diferentes tipos de insetos pode representar um mecanismo para promover o particionamento de recursos alimentares, assim como observado por Marinho-Filho (1991) para os morcegos frugívoros. Segundo Aguirre *et al.* (2003), o tamanho e a dureza do alimento podem desempenhar um papel importante na seleção das presas. Gould (1955) e Freeman e Lemen (2007) sugerem que morcegos insetívoros maiores podem consumir presas maiores e possivelmente mais duras em função de possuírem dentes e músculos maxilares mais potentes. Neste sentido, observa-se que espécies de maior porte, como *Phyllostomus hastatus* e *Trachops cirrhosus* (Phyllostomidae/Phyllostominae), apresentaram alta frequência de consumo de coleópteros, corroborando as proposições de Gould (1955) e Freeman e Lemen (2007). Entretanto, foi observado o consumo de coleópteros também por espécies de menor porte, como *Eptesicus furinalis* (Vespertilionidae), *Micronicteris microtis* (Phyllostomidae/Micronycterinae) e *Molossus molossus* (Molossidae). Aguirre *et al.* (2003) observou que quase todos os morcegos insetívoros analisados em seu estudo consumiram coleópteros, entretanto, somente as espécies maiores, *Phyllostomus* spp. e *Noctilio albiventris*, foram capazes de consumir coleópteros maiores do que 15 mm. Segundo esses autores, a dureza dos coleópteros aumenta muito mais rapidamente com o aumento da massa do que qualquer outro inseto testado, tendo sido analisadas espécies cujo tamanho corporal variou de 1 a 25mm (Aguirre *et al.*, 2003). Dessa forma, sugere-se que morcegos insetívoros menores que consumiram coleópteros provavelmente o fizeram com insetos de menor tamanho corporal.

Embora tenham sido classificadas como Insetívoras, *Molossus molossus* e *Molossus rufus* (Molossidae) apresentaram consumo incomum de frutos de Urticaceae (*Cecropia* spp.) e material vegetal que não pode ser identificado (provavelmente polpa

de fruto) e *Eptesicus diminutus* e *Eptesicus furinalis* (Vespertilionidae) consumiram material vegetal que não pode ser identificado (provavelmente polpa de fruto). Essas espécies são conhecidas por serem, segundo outros autores, exclusivamente Insetívoras (Bianconi e Pedro, 2007; Fabian e Gregorin, 2007; Gonzáles e Barquez, 2016; Sartore *et al.*, 2017), ressaltando que o consumo de frutos ainda não havia sido registrado para essas quatro espécies em nenhuma ocasião. O consumo de itens vegetais por espécies classificadas como especialistas em itens animais também foi registrado por Uieda *et al.* (2007), que verificaram o morcego carnívoro *Chrotopterus auritus* consumindo Piperaceae (*Piper* sp.), Urticaceae (*Cecropia* sp.) e Solanaceae (*Solanum* sp. e *Cestrum* sp.). Neste caso, os autores sugerem que o consumo de frutos pode estar relacionado à escassez dos alimentos habitualmente consumidos ou que pode se tratar de uma variação individual em *Chrotopterus auritus*. No presente estudo, o consumo incomum de frutos para os molossídeos foi observado em quatro ocasiões, sendo três para *Molossu molossus* (uma em janeiro e duas em maio) e uma para *Molossus rufus* (em janeiro) e para os vespertilionídeos foi observado em três ocasiões, sendo duas para *Eptesicus diminutus* (em junho e julho) e uma para *Eptesicus furinalis* (em dezembro), sugerindo que pode não se tratar de um comportamento individual. Sugere-se, entretanto, que este comportamento possa estar relacionado à grande disponibilidade de frutos de *Cecropia* spp. durante o período amostral próximo aos locais de captura (A.C. Srbeq-Araujo, observação pessoal), representando um recurso de fácil acesso para eventual complementação da dieta.

Trachops cirrhosus foi classificada como Insetívora, apresentando dieta predominantemente composta por insetos, com apenas um registro de consumo de anuro. Esta espécie é classificada como Carnívora, com preferência pelo consumo de anfíbios anuros devido a uma especialização comportamental, caçando presas que estão vocalizando, especialmente durante a época reprodutiva (Cramer *et al.*, 2001; Rocha *et al.*, 2012; Rocha *et al.*, 2015; Castro e Costa-Campos, 2017; Jones *et al.*, 2017). No presente estudo, a baixa taxa de ingestão de anuros pode estar relacionada ao longo período de estiagem pelo qual passou a região onde está inserida a RNV. Desde 2014, a precipitação anual não ultrapassava 800 mm, ficando abaixo da precipitação anual média esperada para a região, que é em torno de 1.200 mm (INCAPER, 2017). O único registro de consumo de anfíbio obtido no presente estudo se deu no mês de abril de 2016, próximo ao lago artificial da administração da RNV, e em uma campanha durante a qual os anuros estavam muito ativos (A.C. Srbeq-Araujo, observação pessoal).

Ressalta-se ainda que a maioria dos corpos d'água presentes no interior da reserva estava quase completamente seca durante a maior parte do período amostral. Os dados obtidos demonstram que *Trachops cirrhosus* apresenta grande plasticidade alimentar, evidenciando a habilidade da espécie em ajustar os itens consumidos por ocasião de alterações ambientais e consequentes modificações na disponibilidade de recursos.

Glossophaga soricina (Phyllostomidae/Glossophaginae) é considerado um morcego Nectarívoro, atuando na polinização de diversos grupos vegetais por possuir adaptações morfológicas para essa função (Silva e Peracchi, 1995, Arias *et al.*, 2009). Entretanto, no presente estudo, foi observado um maior consumo de insetos e sua dieta foi classificada como Insetívora-nectarívora. Esse comportamento, porém, está em concordância com o relatado por Alvarez *et al.* (1991) ao considerarem que a dieta desses animais pode variar geograficamente e temporalmente. Esses autores reportam que, do México à Costa Rica, *Glossophaga soricina* se alimenta de néctar e pólen durante a estação chuvosa e, na estação seca, alimentam-se exclusivamente de insetos (Alvarez *et al.*, 1991). Um espécime capturado apresentava pólen aderido à pelagem, que foi identificado como pertencente ao gênero *Abutilon* (Família Malvaceae), indicando consumo de néctar. Este consumo foi observado no mês de fevereiro, época de floração de plantas do gênero *Abutilon* (Yamamoto *et al.*, 2007), que corresponde ao período chuvoso na RNV. Já o consumo de inseto ocorreu no mês de outubro, que corresponde ao final da estação seca na região. A interação dessa espécie de morcego com plantas da Família Malvaceae já é bem conhecida (Sazima *et al.*, 1982; Silva e Peracchi, 1995; Arias *et al.*, 2009; Lobo *et al.*, 2012), não havendo registro prévio para a RNV. Registros anteriores foram feitos em outros países da América Latina (Fuchs *et al.*, 2003; Arias *et al.*, 2009; Ramírez *et al.*, 2015; Hernández-Montero e Sosa, 2016) e no Brasil os registros se distribuem na Caatinga (Pinto, 2010), no Cerrado (Sazima *et al.*, 1982) e na Mata Atlântica. Neste bioma, Silva e Peracchi (1995) obtiveram o registro, no sul do estado do Rio de Janeiro, da interação entre *Glossophaga sorina* (Phyllostomidae/Glossophaginae) e plantas do gênero *Pseudobombax*. Como ainda não havia sido registrada a interação entre os dois táxons amostrados no presente estudo, esse registro, além de ampliar o número de táxons potencialmente polinizados por *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae/Glossophaginae), expande os limites dessa interação para o estado do Espírito Santo e na Mata Atlântica setentrionalmente.

Houve registro de consumo de pólen por *Carollia pesrpicillata* (Phyllostomidae/Carollinae) e *Phyllostomus hastatus* (Phyllostomidae/Phyllostominae),

as quais não são classificadas como espécies polinizadoras (Martins *et al.*, 2014; Batista *et al.*, 2017; Ferracioli *et al.*, 2017). Esses táxons, por vezes, diversificam sua dieta, podendo consumir outros itens além de frutos e insetos, que são os mais comumente consumidos (Carvalho, 1961; Martins *et al.*, 2014). A ingestão de pólen não representa um registro incomum para esses táxons. Martins *et al.* (2014) encontraram pólen em fezes de *Carollia pesrpicillata*; e Carvalho (1961) relatou ter encontrado pólen e anteras no conteúdo estomacal de *Phyllostomus hastatus*. Durante a captura de dois espécimes de *Phyllostomus hastatus* na RNV, observou-se a presença de pólen aderido ao uropatágio, o que pode ser atribuído à forma como essa espécie acessa as flores/inflorescências para consumir néctar. Silva e Peracchi (1995) descrevem que esse morcego aborda as flores com um breve pouso, agarrando-se ao cálice das flores com as unhas dos pés, enquanto introduz a cabeça entre os estames para recolher o néctar. A presença de pólen no uropatágio, entretanto, também pode estar relacionada à dinâmica de pouso para consumo do próprio pólen ou, eventualmente, para capturar insetos que eventualmente venham forragear nas flores.

Desmodus rotundus (Phyllostomidae/Desmodontinae) é considerada uma espécie exclusivamente hematófaga, conforme descrito em estudos anteriores (e.g. Sanchez-Cordero *et al.*, 2011; Castellanos e Banegas, 2015; Galetti *et al.*, 2016), o que também foi observado no presente estudo. Ressalta-se que há registro de ataque a anta e gado (boi-doméstico) por essa espécie na Reserva Biológica de Sooretama, vizinha à área de estudo (Gnocchi e Srbek-Araujo 2017).

É importante ressaltar que o número de amostras analisadas pode influenciar a caracterização da dieta (Mikich, 2002). Neste sentido, considera-se que, para algumas espécies, como *Thyroptera wynneae* (Thyropteridae; 1 amostra), *Tonatia saurophila* (Phyllostomidae/Phyllostominae; 1 amostra) e *Sturnira lillium* (Phyllostomidae/Stenodermatinae; 2 amostras com conteúdo identificável), foi obtido um número muito reduzido de amostras e as proporções de consumo identificadas podem sofrer alterações com a continuidade das amostragens. Além disso, observa-se que algumas espécies foram capturadas em apenas uma [*Micronicteris minuta* (Phyllostomidae/Micronycterinae), *Dermanura cinerea* e *Platyrrinus recifinus* (Phyllostomidae/Stenodermatinae)] ou em poucas ocasiões [*Artibeus lituratus* (Phyllostomidae/Stenodermatinae), *Carollia brevicauda* (Phyllostomidae/Carollinae) e *Eptesicus diminutus* (Vespertilionidae), capturadas somente em 3 campanhas] ao longo do período amostral, podendo haver variação sazonal na dieta de morcegos (Kunz,

1974; Alvarez, 1991; Hodgkison *et al.*, 2004). Para outros táxons, entretanto, considera-se que os dados apresentados são mais robustos em função do maior número de amostras analisadas e/ou da distribuição temporal regular das amostras analisadas, como *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae/Carollinae), *Artibeus obscurus* (Phyllostomidae/Stenodermatinae), *Molossus molossus* (Molossidae) e *Eptesicus furinalis* (Vespertilionidae).

Os dados obtidos indicam que a variável massa corporal não foi explicativa para determinação do tipo de dieta das espécies amostradas, embora possa ser determinante do consumo de itens vegetais ou animais específicos. Segundo Muscarella e Fleming (2007), o tamanho corporal é uma característica importante para o particionamento do nicho alimentar em uma comunidade de morcegos, uma vez que esta variável biométrica está correlacionada positivamente com o tamanho dos itens consumidos. Adicionalmente, os dados obtidos sugerem que o tipo de dieta de cada espécie é um elemento relacionado à filogenia dos grupos, mostrando-se mais conservadora em alguns táxons, e corroboram outros estudos ao apontarem que a diversificação da dieta, com a exploração de frutos, está relacionada à radiação das linhagens de Phyllostomidae. Estas observações corroboram Dumont *et al.* (2012) ao proporem que o consumo de frutos, especialmente frutos duros, representou uma nova zona adaptativa para Phyllostomidae, o que promoveu o aumento significativo da taxa de diversificação desta família.

Freeman (1988) comparou 12 espécies de morcegos frugívoros da Família Phyllostomidae com 33 espécies de morcegos insetívoros e carnívoros de outras oito Famílias, entre elas Molossidae e Vespertilionidae, e observou que ocorreram adaptações evolutivas nos dentes e no crânio destes táxons. Em Phyllostomidae, a organização filogenética dos táxons está relacionada com a evolução craniana do grupo e esta está diretamente relacionada à dieta das espécies. A subfamília insetívora Micronycterinae está posicionada na base da árvore filogenética, ao contrário das subfamílias frugívoras Rhinophyllinae e Stenodermatinae, indicando que a dieta Frugívora parece ser derivada em relação à dieta Insetívora (Freeman, 1988; Dumont *et al.*, 2012; Santana *et al.*, 2012). Neste sentido, a evolução de Phyllostomidae indica que à medida que a dieta foi se tornando mais desafiadora, com a inclusão de itens mais duros, como frutos de *Ficus* spp., o crânio dos morcegos evoluiu revelando uma maior capacidade em traduzir força muscular em força de mordida. Segundo Dumont *et al.* (2012), a maior taxa de especiação ocorreu na Subfamília Stenodermatinae, indicando

que essa subfamília ocupou novos nichos tróficos, aumentando sua diversificação em paralelo com a Frugivoria. Possivelmente por esse motivo, as espécies de *Artibeus* spp., que estão entre as mais derivadas em Stenodermatinae, são capazes de explorar uma maior gama de frutos. De acordo com os dados do presente estudo, apenas essa subfamília consumiu frutos de *Ficus*, reconhecido por sua dureza, que requer, consecutivamente, todo um aparato crânio-mandibular que permita seu processamento. Com relação à diversificação da dieta, os dados obtidos para a subfamília Stenodermatinae indicam que ela possa ter uma maior diversificação de itens consumidos, pois, além de *Ficus*, essa subfamília consumiu frutos de *Manilkara*, *Humiriastrum* e frutos que não puderam ser identificados.

Dentre as oito famílias com ocorrência confirmada para a Mata Atlântica (Reis *et al.*, 2017), apenas três não foram amostradas no presente estudo. As espécies registradas no presente estudo correspondem a 56% do total de espécies conhecidas para a RNV (Srbek-Araujo *et al.*, 2014). Entretanto, apesar de ser uma área considerada muito bem amostrada no bioma Mata Atlântica, com vários estudos sobre a comunidade de mamíferos, em especial os morcegos (*e.g.* Peracci e Albuquerque, 1992; Pedro e Passos, 1995; Srbek-Araujo *et al.*, 2014; Lima *et al.*, 2016), ressalta-se que a espécie *Thyroptera wynneae* não possui registro anterior para a reserva, acrescentando ainda um novo registro de família para a RNV. Com este registro, a RNV passa a ter 51 espécies e seis famílias de morcegos confirmadas, reforçando a importância desta área para a conservação de quirópteros e para o desenvolvimento de estudos ecológicos relacionados ao grupo em questão.

Com os resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que, de forma geral, a dieta dos morcegos na RNV está em conformidade com o observado em outras localidades no Brasil e em outros países, embora tenham sido observadas algumas peculiaridades locais, como a ingestão de frutos por espécies tidas como exclusivamente insetívoras. Além disso, os dados obtidos indicam que a massa corporal não foi explicativa do tipo de dieta das espécies, embora possa estar relacionada ao consumo de itens específicos, representando um fator importante para particionamento do nicho trófico. Somado a isso, sugere-se que a dieta dos morcegos esteja relacionada com a filogenia dos grupos, que, por meio de adaptações evolutivas do aparato mastigatório, permitiu que os táxons pudessem explorar e ocupar novos nichos tróficos, corroborando outros estudos ao apontar que a diversificação da dieta, com a exploração de frutos, possa estar relacionada à radiação das linhagens de Phyllostomidae.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, L. F., A. HERREL, R. VAN DAMME, E. MATTHYSEN. 2003. The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology*, 17: 201-212.
- ALTHOFF, S. L. 2007. A comunidade de quirópteros, sua biologia e ecologia no Parque Natural Municipal Nascentes do Garcia, Estado de Santa Catarina, Brasil. 2007. 131f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.
- ALVAREZ, C. A., J. L. STAPE, P. C. SENTELHAS, J. L. M. GONÇALVES e G. SPAROVEK. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6): 711-728.
- ALVAREZ, J., M. R. WILLING, J. KNOX JONES, Jr. e D. WEBSTER. 1991. *Glossophaga soricina*. *Mammalian species*, 379: 1-7.
- ARIAS, E., R. CADENILLAS e V. PACHECO. 2009. Dieta de murciélagos nectarívoros del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes. *Revista Peruana de Biología*, 16(2): 187-190.
- BATISTA, C. B., A. D. PEREIRA, N. R. REIS e A. L. PERACCHI. 2017. Subfamília Carollinae. Pp.190-195, *in* História Natural dos Morcegos Brasileiros: chave de identificação de espécies (N. R. REIS, A. L. PERACCHI, C. B. BATISTA, I. P. LIMA e A. D. PEREIRA, eds.). Technical Books. 416 pp.
- BECKER, N. I., J. A. ENCARNAÇÃO, E. K. V. KALKO e M. TSCHAPKA. 2012. The effects of reproductive state on digestive efficiency in three sympatric bat species of the same guild. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 162: 386-390.
- BENGIS, R. G., R. A. KOCK e J. FISCHER. 2002. Infectious animal diseases: the wildlife/livestock interface. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, 21(1):53-65.
- BIANCONI, G. V. e W. A. PEDRO. 2007. Família Vespertilionidae. Pp. 167-196, *in* Morcegos do Brasil (N. R. REIS, A. L. PERACCHI, W. A. PEDRO e I. P. LIMA, eds.). Editora da Universidade Estadual de Londrina. 256 pp.
- BIANCONI, G. V. e W. A. PEDRO. 2017. Subfamília Myotinae. Pp. 352-366, *in* História Natural dos Morcegos Brasileiros: chave de identificação de espécies (N. R. REIS, A. L. PERACCHI, C. B. BATISTA, I. P. LIMA e A. D. PEREIRA, eds.) Technical Books, 416 pp.

- CHARLES-DOMINIQUE, P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: Cecropia, birds and bats in French Guyana. Pp. 119-135, *in* Frugivores and seed dispersal (A. ESTRADA e T.H. FLEMING, eds.). Dr W. Junk Publishers, Dordrecht. 389 pp.
- CARVALHO, C. T. 1961. Sobre hábitos alimentares de Phyllostomídeos (Mammalia, Chiroptera). *Revista de Biologia Tropical*, 9(1): 53-60.
- CARVALHO, F., A. P. CRUZ-NETO e J. J. ZOCHE. 2008. Ampliação da descrição da dieta de *Mimon Bennettii* (Phyllotomidae, Phyllotominae) no sul do Brasil. *Chiroptera Neotropical*, 14(2): 403-408.
- CASTELLANOS, A. X. e G. A. BANEGAS. 2015. Vampire bats bite lowland tapirs in Yasuni National Park, Ecuador. *The Newsletter of the IUCN/SSC Tapir Specialist Group*, 24(33): 7.
- CASTRO, I. J. e C. E. COSTA-CAMPOS. 2017. New record of anuran predation by *Trachops cirrhosus* (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) in a varzea forest in the estuary of the Amazon River, Eastern Amazon. *Biota Amazônica*, 7(1): 108-109.
- CRAMER, M. J., M. R. WILLIG e C. JONES. 2001. *Trachops cirrhosus*. *Mammalian species*, 656: 1-6.
- DINERSTEIN, E. 1986. Reproductive Ecology of Fruit Bats and the Seasonality of Fruit Production in a Costa Rican Cloud Forest. *Biotropica*, 18(4): 307-318
- DUMONT, E. R., L. M. DÁVALOS, A. GOLDBERG, S. E. SANTANA, K. REX e C. C. VOIGT. 2012. Morphological innovation, diversification and invasion of a new adaptive zone. *Proceedings of the Royal Society B*, 279: 1797-1805.
- ERLINGE, S. 1968. Food studies on captive otters *Lutra lutra* L. *Nordic Society Oikos*, 19(2): 259-270.
- FABIAN M. E. e R. GREGORIN. 2007. Família Molossidae. Pp. 149-165, *in* Morcegos do Brasil (N. R. REIS, A. L. PERACCHI, W. A. PEDRO e I. P. LIMA, eds.). Editora da Universidade Estadual de Londrina. 256 pp.
- FENTON, M. B. 1982. Echolocation calls and patterns of hunting and habitat use of bats (Microchiroptera) from Chillagoe, North Queensland. *Australian Journal of Zoology*, 30: 417-425.
- FERRACIOLI, P., N. R. REIS, A. L. PERACCHI e A. D. PEREIRA. 2017. Subfamília Micronicterinae. Pp. 92-108, *in* História Natural dos Morcegos Brasileiros: chave

- de identificação de espécies (N. R. REIS, A. L. PERACCHI, C. B. BATISTA, I. P. LIMA e A. D. PEREIRA, eds.). Technical Books. 416 pp.
- FERRACIOLI, P., V. C. TAVARES, N. R. REIS, e A. L. PERACCHI. 2017. Subfamília Phyllotominae. Pp. 120-149, *in* História Natural dos Morcegos Brasileiros: chave de identificação de espécies (N. R. REIS, A. L. PERACCHI, C. B. BATISTA, I. P. LIMA e A. D. PEREIRA, eds.). Technical Books. 416 pp.
- FLEMING, T. H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. Pp. 105-118, *in* Frugivores and seed dispersal (A. ESTRADA e T.H. FLEMING, eds.). Dr W. Junk Publishers, Dordrecht. 389 pp.
- FLEMING, T. H., C. GEISELMAN e W. J. KRESS. 2009. The evolution of bat pollination: a phylogenetic perspective. *Annals of Botany*, 104(6): 1017-1043.
- FLEMING, T. H. e V. J SOSA. 1994. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants. *Journal of Mammalogy*, 75(4): 845-851.
- FREEMAN, P. W. 1988. Frugivorous and animalivorous bats (Microchiroptera): dental and cranial adaptations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 33: 249-272.
- FREEMAN, P. W. e C. A. LEMEN. 2007. Using scissors to quantify hardness of insects: do bats select for size or hardness? *Journal of Zoology*, 271: 469-476.
- FSOSMA e INPE. 2014. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica/Período 2013-2014. Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, Brasil.
- FUCHS, E. J., J. A. LOBO e M. QUESADA. 2003. Effects of forest fragmentacion and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. *Conservation Biology*, 17(1): 149-157.
- GALETTI, M., F. PEDROSA, A. KEUROGHLIAN e I. SAZIMA. 2016. Liquid lunch - vampire bats feed on invasive feral pigs and other ungulates. *Frontiers Ecology and the Environment*, 14: 505-506.
- GARDNER A. L. 2007. *Mammals of South America, Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats*. Chicago: University of Chicago Press.
- GNOCCI, A. P. e A. C. SRBEK-ARAUJO. 2017. Common Vampire Bat (*Desmodus rotundus*) feeding on Lowland Tapir (*Tapirus terrestris*) in an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 17(3): e20170326.
- GONÇALVES, F., R. S. BOVENDORP, G. BECA, C. BELLO, R. COSTA-PEREIRA, R. L. MUYLEAERT, R. R. RODARTE, N. VILLAR, R. SOUZA, M. E. GRAIPEL, J. J. CHEREM, D. FARIA, J. BAUMGARTEN, M. R. A, E. M. VIEIRA, N. CÁCERES, R. PARDINI, Y.

- L. R. LEITE, L. P. COSTA, M. A. R. MELLO, E. FISCHER, F. C. PASSOS, L. H. VARZINCZAK, J. A. PREVEDELLO, A. P. CRUZ-NETO, F. CARVALHO, A. R. PERCEQUILLO, A. PAVIOLO, A. NAVA, J. M. B. DUARTE, N. U. DE LA SANCHA, E. BERNARD, R. G. MORATO, J. F. RIBEIRO, R. G. BECKER, G. PAISE, P. S. TOMASI, F. VÉLEZ-GARCIA, G. L. MELO, J. SPONCHIADO, F. CEREZER, M. A. S. BARROS, A. Q. S. DE SOUZA, C. C. DOS SANTOS, G. A. F. GINÉ, P. KERCHES-ROGERI, M. M. WEBER, G. AMBAR, L. V. CABRERA-MARTINEZ, A. ERIKSSON, M. SILVEIRA, C. F. SANTOS, L. ALVES, E. BARBIER, G. C. REZENDE, G. S. T. GARBINO, E. O. RIOS, A. SILVA, A. T. A. NASCIMENTO, R. S. DE CARVALHO, A. FEIJÓ, J. ARRABAL, I. AGOSTINI, D. LAMATTINA, S. COSTA, E. VANDERHOEVEN, F. R. DE MELO, P. O. LAROQUE, L. JERUSALINSKY, M. M. VALENÇA-MONTENEGRO, A. B. MARTINS, G. LUDWIG, R. B. DE AZEVEDO, A. ANZÓATEGUI, M. X. DA SILVA, M. F. D. MORAES, A. VOGLIOTTI, A. GATTI, T. PÜTTKER, C. S. BARROS, T. K. MARTINS, A. KEUROGHLIAN, D. P. EATON, C. L. NEVES, M. S. NARDI, C. BRAGA, P. R. GONÇALVES, A. C. SRBEK-ARAÚJO, P. MENDES, J. A. DE OLIVEIRA, F. A. M. SOARES, P. A. ROCHA, P. CRAWSHAW JR, M. C. RIBEIRO e M. GALETTI. 2018. Atlantic mammal traits: a dataset of morphological traits of mammals in the Atlantic Forest of South America. *Ecology*, 99(2): 498.
- GONZÁLEZ, E. M. e R. BARQUEZ. 2016. *Epitesicus diminutus* (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T7922A115087028.
- GOULD, E. 1955. The feeding efficiency of insectivorous bats. *Journal of Mammalogy*, 36(3): 399-407.
- GREENHALL, A. M. 1988. Feeding behavior. Pp. 111-132, *in* Natural history of vampire bats (GREENHALL A.M e U. SCHMIDT, eds.). CRC Press, Boca Raton, FL.
- HERMÁNDEZ-MONTERO, J. R. e V. J. SOSA. 2016. Reproductive Biology of *Pachira aquatica* Aubl. (Malvaceae: Bombacoideae): a tropical tree pollinated by bats, sphingid moths and honey bees. *Plants Species Biology*, 31: 125-134.
- HODGKISON, R. e S. T. BALDING. 2004. Temporal variation in the relative abundance of fruit bats (Megachiroptera: Pteropodidae) in relation to the availability of food in a Lowland Malaysian Rain Forest. *Biotropica*, 36(4): 522-533.
- INCAPER. 2017. Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Linhares/ES. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Espírito Santo, Brasil.

- JANZEN, D. H. 1979. How to be a fig. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 10: 13-51.
- JESUS, R. M. e S. G. ROLIM. 2005 Fitossociologia da Mata Atlântica. *Boletim Técnico da Sociedade de Investigações Florestais*, 19: 1-149.
- JONES, P. L., F. HÄMSCH, R. A. PAGE, E. K. V. KALKO, M. TEAGUE O'MARA. 2017. Foraging and roosting behaviour of the fringe-lipped bat, *Trachops cirrhosus*, on Barro Colorado Island, Panamá. *Acta Chiropterologica*, 19(2): 337-346.
- KIERULFF, M. C. M., L. H. S. AVELAR, M. E. S. FERREIRA, K. F. POVOA e R. S. BÉRNILS. 2014. Reserva Natural Vale: história e aspectos físicos. *Ciência & Ambiente*, 49: 7-40.
- KUNZ, T. H. 1974. Feeding ecology of a temperate insectivorous bat (*Myotis velifer*). *Ecology*, 55: 693-711.
- LIMA, I. P. e R. GREGORIN. 2007. Família Thyropteridae. Pp. 139-144, *in* Morcegos do Brasil (N. R. REIS, A. L. PERACCHI, W. A. PEDRO e I. P. LIMA, eds.). Editora da Universidade Estadual de Londrina. 256 pp.
- LIMA, I. P., M. R. NOGUEIRA, L. R. MONTEIRO e A. L. PERACCHI. 2016. Frugivoria e dispersão de sementes por morcegos na Reserva Natural Vale, sudeste do Brasil. Pp. 433-452, *in* Floresta Atlântica de Tabuleiro: Diversidade e endemismo na Reserva Natural Vale (S. G. ROLIM, L. F. T. MENEZES e A. C. SRBEK-ARAÚJO, eds.). The Nature Conservancy, Symbiosis, Amplo, Belo Horizonte. 501 pp.
- LIMA, M. D. 1995. Estrutura morfométrica dos morcegos do Brasil Central. 1995. 68f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 1995.
- LOBO, J., S. SOLÍS, E. J. FUCHS e M. QUESADA. 2012. Individual and temporal variation in outcrossing rates and pollen flow patterns in *Ceiba pentandra* (Malvaceae: Bombacoidea). *Biotropica*, 0(0): 1-10.
- MARINHO FILHO, J. S. 1991. The coexistence of two frugivorous bat species and the phenology of their food plants in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 7(1): 59-67.
- MARINHO FILHO, J. S. e I. SAZIMA. 1989. Activity patterns of six phyllostomid bat species in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 49(3): 777-782.
- MARTINS, M.P.E., J.M. TORRES e E.A.C. DOS ANJOS. 2014. Dieta de morcegos frugívoros em remanescentes de Cerrado em Bandeirantes, Mato Grosso do Sul. *Biotemas*, 27(2): 129-135.

- MAYEN, F. 2003. Haematophagous Bats in Brazil, Their Role in Rabies Transmission, Impact on Public Health, Livestock Industry and Alternatives to an Indiscriminate Reduction of Bat Population. *Journal of Veterinary Medicine B*, 50: 469-472.
- MICKICH, S. B. 2002. A dieta dos morcegos frugívoros (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae) de um pequeno remanescente de Floresta Estacional Semidecidual do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 19(1): 239-249.
- MIKICH, S. B. e G. V. BIANCONI. 2005. Potencializando o papel dos morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 55: 155-164.
- MIKICH, S. B., G. V. BIANCONI, B. H. L. N. S. MAIA e S. D. TEIXEIRA. 2003. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. *Journal of Chemical Ecology, Rapid Communication*: 81-86.
- MIKICH, S. B., G. V. BIANCONI, L. C. PAROLIN e A. ALMEIDA. 2015. Serviços ambientais prestados por morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. Pp. 248-256, *in* Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica (L.M PARRON, J.R. GARCIA, E.B. OLIVEIRA, G.G. BROWN e R.B. PRADO, eds.). Embrapa, Brasília.
- MORATELLI, R. e A. L. PERACCHI. 2007. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. Pp. 193–210, *in* Ciência e conservação na Serra dos Órgãos (C. CRONEMBERGER e E. B. V. CASTRO, eds.). Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília, 296 pp.
- MUSCARELLA, R. e T. H. FLEMING. 2007. The role of frugivorous bats in Tropical Forest Succession. *Biological Reviews*, 82: 573-590.
- NOGUEIRA, M. R., A. L. PERACCHI, e R. MORATELLI. 2007. Subfamília Phyllostominae. Pp. 61-98, *in* Morcegos do Brasil (N. R. REIS, A. L. PERACCHI, W. A. PEDRO e I. P. LIMA, eds.). Editora da Universidade Estadual de Londrina. 256 pp.
- OLIVEIRA, G. R. 2015. Convivência entre duas espécies simpátricas de Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera) em um fragmento florestal de Mata Atlântica na norte do Paraná, sul do Brasil. 2015. 39f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.
- OLIVEIRA, H. F. M. e B. PEREIRA. 2016. Guia de sementes dispersas por morcegos (Mammalia: Chiroptera) da América Latina. Brasília: Universidade de Brasília e Queen Mary University of London. 36p.

- PASSOS, F. C., W. R. SILVA, W. A. PEDRO e M. R. BONLN. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 511-517.
- PEDRO, W. A. e F. C. PASSOS. 1995. Occurrence and food habits of some bat species from the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. *Bat Research News*, 36(1): 1-2.
- PERACCI, A. L. e S. T. ALBUQUERQUE. 1992. Quirópteros do município de Linhares, estado do Espírito Santo, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Revista Brasileira de Biologia*, 53(4): 575-581.
- PIMENTA, V. T. 2013. Segregação de recursos por diferentes espécies de morcegos (Mammalia: Chiroptera) na Reserva Biológica de Sooretama. 2013. 45f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.
- PINEDA-MUNOZ, S. e J. ALROY. 2014. Dietary characterization of terrestrial mammals. *Proceeding of the Royal Society B Biologcal Sciences*, 281(1789): 1-7.
- PINTO, C. G. C. 2010. Assembleia de morcegos (Mammalia: Chiroptera) e suas interações com plantas quiropterofílicas no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, norte de Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 123p.
- PINTO, D. e H. ORTÊNCIO-FILHO. 2006. Dieta de quatro espécies de filostomídeos frugívoros (Chiroptera, Mammalia) do Parque Municipal do Cinturão Verde de Cianorte, Paraná, Brasil. *Chiroptera Neotropical*, 12(2): 274-279.
- RAFAEL, J. A., G. A. R. MELO, C. J. B. de CARVALHO, S. A. CASARI e R. CONSTANTINO. 2012. *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Holos Editora, Ribeirão Preto, 796p.
- RAGUSA-NETTO, J. 2002. Fruiting phenology and consumption by birds in *Ficus calyptroceras* (Miq.) Miq. (Moraceae). *Brazilian Journal of Biology*, 62(2): 339-346.
- RAMÍREZ, N., J. M. NASSAR, G. SALAS, H. BRICEÑO, L. VALERA e V. GARAY. 2015. Reconsideración de la biología floral y polinización de *Pachira quinata* (Jacq.) W. Alverson (Malvaceae: Bombacoideae). *Acta Botánica Venezuelica*, 38(1): 19-37.
- REIS, N. R., A. L. PERACCI, W. A. PEDRO e I. P. LIMA. 2007. *Morcegos do Brasil*. Editora da Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 256p.

- REIS, N. R., A. L. PERACCHI, C. B. BATISTA, I. P. LIMA e A. D. PEREIRA. 2017. História Natural dos Morcegos Brasileiros: chave de identificação de espécies. Technical Books, Rio de Janeiro, 416p.
- REIS, N. R., M. N. FREGONEZI, A. L. PERACCHI e O. A. SHIBATTA. 2013. Morcegos do Brasil: guia de campo. Technical Books, Rio de Janeiro, 252p.
- ROCHA, R., M. GORDO. e A. LÓPEZ-BAUCELLS. 2015. Completing the menu: addition of *Scinax cruentommus* and *Scinax cf. garbei* (Anura: Hylidae) to the diet of *Trachops cirrhosus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in Central Amazon. North-Western Journal of Zoology, 12(1): 199-204.
- ROCHA, R., I. SILVA, A. M. REIS e G. M. ROSA. 2012. Another frog on the menu: predation of *Trachops cirrhosus* (Chiroptera: Phyllostomidae) upon *Osteocephalus oophagus* (Anura: Hylidae). Chiroptera Neotropical, 18(2): 1136-1138.
- SANCHÉS-CORDEIRO, V., F. BOTELLO, G. MANGAÑA-COTA e J. IGLESIAS. 2011. Vampire bats, *Desmodus rotundus*, feeding on white-tailed deer, *Odocoileus virginianus*. Mammalia, 75: 91-92.
- SÁNCHEZ N. e T. ÁLVAREZ. 2000. Palinofagia de los murciélagos del género *Glossophaga* (Mammalia: Chiroptera) en México. Acta Zoológica Mexicana, 81: 23-62.
- SANTANA, S. E., I. R. GROSSE e E. R. DUMONT. 2012. Dietary hardenss, loading behavior, and the evolution of skull form in bats. Evolution, 66(8): 2587-2598.
- SANTOS, M., L. F. AGUIRRE, L. B. VÁZQUEZ e J. ORTEGA. 2003. *Phyllostomus hastatus*. Mammalian species, 722: 1-6.
- SARTORE, E.R., V. C. TAVARES e L. M. MORAS. 2017. Família Molossidae. Pp.352-366, in História Natural dos Morcegos Brasileiros: chave de identificação de espécies (N. R. REIS, A. L. PERACCHI, C. B. BATISTA, I. P. LIMA e A. D. PEREIRA, eds.) Technical Books, 416 pp.
- SAZIMA, M., M. E. FABÍAN e I. SAZIMA. 1982. Polinização de *Luehea speciosa* (Tiliaceae) por *Glossophaga soricina* (Chiroptera, Phyllostomidae). Revista Brasileira de Biologia, 42(3): 505-513.
- SILVA, S. P. e A. L. PERACCHI. 1995. Observação da visita de morcego (Chiroptera) as flores de *Pseudobambax grandiflorum* (Cav.) A. Robyns. Revista Brasileira de Zoologia, 12(4): 859-865.

- SRBEK-ARAUJO, A. C., M. F. ROCHA e A. L. PERACCHI. 2014. A mastofauna da Reserva Natural da Vale, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Ciência & Ambiente*, 49: 153-167.
- SRBEK-ARAUJO, A. C., S. L. MENDES e A. G. CHIARELLO. 2015. Jaguar (*Panthera onca* Linnaeus, 1758) roadkill in Brazilian Atlantic Forest and implications for species conservation. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3): 581-586.
- STATSOFT. 2017. Statistica: data analysis software system (version 12.5).
www.statsoft.com.
- UIEDA, W. e A. BRED. 2016. Bats: Neglected Agents of Sustainability. *Sustentabilidade em debate*, 7(1): 186-209. doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18617
- UIEDA, W., T. M. SATO, M. C. CARVALHO e V. BONATO. 2007. Fruits as unusual food items of the carnivorous bat *Chrotopterus auritus* (Mammalia, Phyllostomidae) from southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(3): 844-847.
- YAMAMOTO, L. F., L. S. KINOSHITA e F. R. MARTINS. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidescídua Montana, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, 21(3): 553-573.
- WILSON, D. E. (1971). Food habits of *Micromyotis hirsuta* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Mammalia*, 35: 107-110.
- WILSON, D. E. (1973). Bat Faunas: A Trophic comparison. *Systematic Zoology*, 22(1): 14-29.
- WILSON, D. E. e R. K. LAVAL. (1974). *Myotis nigricans*. *Mammalian species*, 38: 1-3.

CAPÍTULO 2

Diferenciação de nicho trófico e estruturação de uma comunidade de morcegos (Mammalia: Chiroptera) por meio da análise de isótopos estáveis

ARIANA PIGNATON GNOCCHI^{1,*}, MARCELO MAGIOLI², MARCELO Z. MOREIRA³ & ANA CAROLINA SRBEK-ARAÚJO^{1,4}

¹ *Laboratório de Ecologia e Conservação de Biodiversidade (LECBio), Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ecossistemas, Universidade Vila Velha, Rua Comissário José Dantas de Melo, nº 21, Boa Vista, CEP 29102-920, Vila Velha, Espírito Santo, Brasil*

² *Laboratório de Ecologia, Manejo e Conservação de Fauna Silvestre (LEMaC), Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' - ESALQ/USP, Avenida Pádua Dias, nº 11, Agronomia, CEP 13418-900, Piracicaba, São Paulo, Brasil*

³ *Laboratório de Ecologia Isotópica, Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP, Avenida Centenário, nº 303, São Dimas, CEP 134169-03, Piracicaba, São Paulo, Brasil*

⁴ *Instituto SerraDiCal de Pesquisa e Conservação, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil*

**Corresponding author: Ariana Pignaton Gnocchi, e-mail: nana_gnocchi@hotmail.com*

Título resumido: Diferenciação de nicho trófico em morcegos

RESUMO

A análise de isótopos estáveis tem sido utilizada na caracterização das relações tróficas entre espécies e pode ser muito útil na investigação dos mecanismos de particionamento dos recursos alimentares. O presente estudo objetivou, a partir da análise de isótopos estáveis, investigar as relações tróficas em uma comunidade de morcegos e avaliar se o particionamento de nicho isotópico auxilia na estruturação da comunidade estudada, considerando o tipo de dieta e aspectos filogenéticos das espécies. Para isso, foram coletadas amostras de pelo de morcegos capturados em um remanescente de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. A partir das amostras de pelo, foram obtidas as razões isotópicas de carbono e nitrogênio. Análises de Variância foram utilizadas para comparação dos valores isotópicos considerando agrupamentos de espécies baseados no tipo de dieta. Os nichos isotópicos ocupados pelas espécies foram determinados com base em elipses de 95% de confiança. Foram analisados 138 espécimes (média = 5,11 amostras/espécie; desvio padrão = 5,37; variação = 1 a 22), distribuídos em quatro famílias, 20 gêneros e 27 espécies. As assinaturas isotópicas dos morcegos variaram de -8,9‰ a -26,4‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e de 4,0‰ a 14,8‰ para $\delta^{15}\text{N}$, indicando que as espécies da comunidade estudada ocupam até três níveis tróficos. Quando comparados os tipos de dieta, foi observada variação significativa para $\delta^{13}\text{C}$ ($F_{(5,132)} = 75,44$, $p < 0,001$) e $\delta^{15}\text{N}$ ($F_{(5,132)} = 20,58$, $p < 0,001$) entre os grupos. De forma geral, os nichos isotópicos ocupados pelas famílias e subfamílias (no caso de Phyllostomidae) apresentaram grande sobreposição, sendo Stenodermatinae o grupo com menor sobreposição, enquanto Desmodontinae foi o único que não se sobrepôs aos demais táxons. Quando analisadas as espécies com dieta semelhante, observou-se um maior particionamento de nicho isotópico entre alguns dos táxons analisados, especialmente entre os frugívoros e espécies congênicas. A análise isotópica utilizando $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, entretanto, revelou-se pouco sensível para diferenciar as famílias e subfamílias de morcegos. Ressalta-se que os resultados apresentados são preliminares e outros padrões podem ser revelados ou mais bem evidenciados a partir do detalhamento das análises.

Palavras-chave: Dieta, Filogenia, Nicho isotópico, Particionamento de nicho, Razão isotópica.

INTRODUÇÃO

O nicho trófico representa a posição que cada espécie ocupa na cadeia trófica e tem sido utilizado para caracterizar a estrutura das comunidades biológicas (Martinez del Rio *et al.*, 2009). As espécies, entretanto, possuem diferentes mecanismos para utilização dos recursos, permitindo a diferenciação dos nichos e, conseqüentemente, promovendo sua coexistência (Fenton, 1982). Conforme citado no Capítulo 1, os morcegos utilizam mecanismos extrínsecos e intrínsecos para particionar os recursos alimentares, garantindo a permanência de espécies simpátricas e a manutenção da comunidade (Fleming, 1986). Os mecanismos extrínsecos se referem principalmente à abundância, acessibilidade e características nutricionais dos recursos alimentares, enquanto os mecanismos intrínsecos refletem principalmente características evolutivas e morfológicas das espécies (Fleming, 1986).

A análise de isótopos estáveis, principalmente de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$), tem sido amplamente aplicada em estudos ecológicos (Peterson e Fry, 1987; Kelly, 2000). Ela tem sido empregada, por exemplo, na caracterização e no entendimento do nicho trófico de comunidades ou espécies (Magioli *et al.*, 2014; Gajdzik *et al.*, 2016; Galetti *et al.*, 2016), fornecendo informações valiosas sobre as relações tróficas entre os táxons (Rounick e Winterbourn, 1986).

Os isótopos estáveis são átomos que apresentam diferentes massas atômicas, em função de um mesmo elemento químico possuir, em seu núcleo, quantidades diferentes de nêutrons (Hobson, 2005). Ao contrário dos isótopos radioativos, esses não decaem, ou seja, não perdem seus nêutrons, mantendo-se energeticamente estáveis (Sulzman, 2007). Sua primeira utilização como traçadores ambientais ocorreu na década de 1940 e os primeiros estudos que empregaram a metodologia isotópica em nutrição animal foram publicados na década de 1970 (Martinelli *et al.*, 2009).

A análise de isótopos estáveis é aplicada na investigação da dieta animal e na caracterização do nicho trófico por meio da análise da razão isotópica, ou seja, a relação entre o isótopo mais raro (mais pesado) e o mais abundante (mais leve), uma vez que sua variação ao longo dos níveis tróficos ocorre de forma previsível (Martinelli *et al.*, 2009). Esse tipo de análise tem a vantagem de complementar outros métodos de estudo de dieta, pois as composições isotópicas dos tecidos refletem a dieta assimilada (não

apenas ingerida) em curto a longo prazos a depender da renovação do tecido investigado (Peterson e Fry, 1987).

Os isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) são utilizados para investigar a base da cadeia alimentar, uma vez que compara a importância das plantas C_3 , C_4 e CAM na estruturação da teia trófica (Peterson e Fry, 1987; Fry, 2006). Isso se deve ao fato da composição isotópica diferir entre as plantas que utilizam as diferentes vias fotossintéticas. As plantas C_3 incorporam CO_2 atmosférico pela carboxilação da ribulose 1,5-bifosfato (RuBP), produzindo uma molécula que contém três átomos de carbono, o 3-fosfoglicerato. As plantas que utilizam a via C_4 produzem uma molécula com quatro átomos de carbono, o oxaloacetato, quando o CO_2 é incorporado por carboxilação do fosfoenolpiruvato (PEP). Já as plantas CAM utilizam tanto a via C_3 quanto a via C_4 com uma separação temporal entre elas, utilizando a via C_4 no escuro e a via C_3 em períodos de luz (Rounick e Winterbourn, 1986; Raven *et al.*, 2007). Nas plantas de tipo C_3 os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variam de -24‰ a -38‰, enquanto nas plantas C_4 e CAM os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variam entre -11‰ a -15‰, demonstrando que há uma menor discriminação isotópica nas plantas C_4 e CAM quando comparadas às plantas C_3 (Fry, 2006; Martinelli *et al.*, 2009). A proporção dos isótopos estáveis de ^{13}C varia muito pouco ao longo da teia, fazendo com que ela não seja adequada para determinar a posição das espécies na cadeia trófica (Peterson e Fry, 1987; Fry, 2006). Em contrapartida, a proporção dos isótopos estáveis de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) pode ser utilizada para definir a posição de um animal na cadeia trófica, uma vez que a cada nível trófico ocorre um enriquecimento de aproximadamente 3,4‰ dos tecidos com átomos de ^{15}N em relação à sua dieta (Minagwa e Wada, 1984; Fry, 2006; Martinelli *et al.*, 2009). As principais fontes de nitrogênio advêm de dietas insetívora e carnívora, como também de dietas em que há consumo de plantas da Família Fabaceae (ou Leguminosae; Fry, 2006; Martinelli *et al.*, 2009). Desta forma, com base na análise de isótopos estáveis, o nicho isotópico pode ser definido como a área que contém os valores isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) em um espaço bidimensional (Costa, 2013) e seu conhecimento pode fornecer informações complementares sobre a dieta dos quirópteros, contribuindo para o melhor entendimento da estruturação das comunidades de morcegos.

O presente estudo objetivou, a partir da análise de isótopos estáveis, investigar as relações tróficas em uma comunidade de morcegos e avaliar se o particionamento de

nicho isotópico auxilia na estruturação da comunidade estudada, considerando o tipo de dieta e aspectos filogenéticos das espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A coleta de amostras foi realizada na Reserva Natural Vale (RNV). As informações sobre a área de estudo seguem o apresentado no Capítulo 1.

Coleta de dados

Os morcegos foram capturados no período de abril de 2016 a julho de 2017, totalizando 11 campanhas amostrais. Cada campanha era composta por uma a três noites consecutivas de amostragem, totalizando 21 noites de coleta de dados. Em cada noite de amostragem, foram utilizadas duas redes de neblina ou redes de interceptação de voo, com tamanho 10 m x 2,5 m. As redes foram armadas próximas a corpos d'água e interceptando estradas não pavimentadas situadas no interior da RNV. As redes eram abertas ao entardecer (antes do pôr-do-sol), permanecendo armadas por aproximadamente 6 horas, respeitando o fim do pico de atividade dos animais. O esforço amostral realizado foi de aproximadamente 252 horas-rede. As redes eram vistoriadas a cada 30 minutos para retirada dos espécimes capturados, os quais recebiam um número de registro e eram colocados individualmente em sacos de pano. Em seguida, era realizada a identificação das espécies com a ajuda de guias de identificação (Reis *et al.*, 2013; Reis *et al.*, 2017), a coleta dos pelos, a pesagem e a determinação do sexo dos espécimes que posteriormente eram soltos próximo ao local de captura.

Todos os espécimes capturados tiveram amostras de pelo coletadas para realização da análise isotópica. Para isso, foi considerada a região ventro-lateral do corpo dos animais, próximo ao patágio. As amostras de pelos foram coletadas com o auxílio de pinça higienizada com água antes da manipulação de cada indivíduo para evitar a contaminação das amostras. As amostras coletadas eram acondicionadas em sacos plásticos individuais devidamente identificados com o mesmo número de registro dos espécimes.

Espécimes eventualmente encontrados mortos durante as atividades de campo também tiveram amostras de pelo coletadas para análises isotópicas.

Os recursos alimentares potencial e confirmadamente consumidos por morcegos na RNV também foram coletados para identificação da respectiva assinatura isotópica e posterior comparação com a assinatura isotópica obtida para as espécies de morcegos. A seleção dos recursos alimentares coletados foi baseada em estudos prévios (e.g. Lima *et al.*, 2016; Oliveira e Pereira 2016; Capítulo 1). A coleta dos itens foi realizada de forma manual e aleatória, de acordo com sua detecção visual em campo. Foram coletadas presas animais (aranhas, barbeiros ou percevejos, cigarrinhas, besouros, formigas, vespas, gafanhotos, grilos, libélulas, mariposas, moscas e mosquitos ou pernilongos) e itens vegetais (frutos variados). O objetivo foi garantir a amostragem do maior número possível de recursos alimentares disponíveis para melhor interpretação dos resultados obtidos nas análises isotópicas dos morcegos. A coleta desses itens foi realizada entre os meses de janeiro e agosto de 2017, paralelamente às amostragens de morcegos.

A classificação taxonômica dos morcegos seguiu Reis *et al.* (2017).

Análise Isotópica

Os procedimentos para análise isotópica seguiram os protocolos definidos por Coplen (2011). Para preparação dos pelos, o material coletado foi primeiramente lavado com água para eliminar resíduos. Após a lavagem, os pelos foram secos e cortados para acondicionamento em cápsulas de estanho. O material foi analisado em um Analisador Elementar (Carlo Erba, CHN-1110, Milan, Italy), que converteu, por combustão, as amostras de pelo em CO₂ e N₂ gasosos, que depois foram separados em uma coluna cromatográfica para então serem introduzidos em um espectrômetro de massas de razão isotópica (Thermo Scientific, Delta Plus, Bremen, Alemanha).

Os resultados das razões isotópicas de carbono e nitrogênio foram expressos em notação delta ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) relativa aos padrões internacionais de referência Pee Dee Belamite (PDB) e N₂ atmosférico, respectivamente (Fry, 2006; Martinelli *et al.*, 2009). As razões isotópicas foram expressas em partes por mil (‰), em relação ao material padrão de referência, segundo a fórmula:

$$\delta X = \left[\frac{(R \text{ amostra})}{R \text{ padrão}} - 1 \right] \cdot 10^3$$

Onde: X representa ^{13}C ou ^{15}N , R expressa a razão $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ou $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, e δ é a medida do isótopo pesado em relação ao isótopo leve contido na amostra.

Para análise dos recursos alimentares, os itens coletados foram secos em estufa a 60°C até secagem completa das amostras. Posteriormente, o material foi cortado, triturado e pulverizado para acondicionamento em cápsulas de estanho. Os procedimentos seguintes foram semelhantes aos adotados para as amostras de pelo.

Os procedimentos para análise isotópica dos recursos alimentares encontram-se em andamento, tendo sido concluídas apenas as análises das amostras de pelo. As análises isotópicas estão sendo realizadas no Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear e Agricultura (CENA) da Universidade de São Paulo (USP), Campus Piracicaba.

Análise dos dados

O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar se os valores dos isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) apresentaram distribuição normal. Para avaliar como os isótopos estáveis variaram em relação aos itens alimentares consumidos pelos morcegos, foram comparados os valores isotópicos obtidos para cada tipo de dieta. O tipo de dieta das espécies foi definido com base na classificação apresentada no Capítulo 1 (Frugívora, Frugívora-insetívora, Insetívora, Insetívora-frugívora, Insetívora-nectarívora e Hematófaga). No caso de espécies não analisadas, foi adotada a classificação apresentada em Reis *et al.* (2017). Foram adotadas Análises de Variância (ANOVA) unidirecionais comparando separadamente os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ obtidos para cada espécime analisado (variável dependente) em função dos tipos de dieta (variável preditora). Em seguida, foram realizados testes post-hoc para comparações par a par empregando-se o teste de Tukey para tamanhos amostrais desiguais (Tukey Unequal N HSD; StatSoft, 2004).

O nicho isotópico ocupado por cada espécie de morcego foi determinado com base em elipses de 95% de confiança. Essas representam a área de projeção na qual os pontos considerados possuem a mesma probabilidade de estar dentro da elipse e que

corresponde à média \pm intervalo de confiança de 95% (StatSoft, 2004). Embora alguns estudos utilizem a área da elipse padrão para calcular os nichos isotópicos (proporções isotópicas de 40% dos indivíduos amostrados), Gulka *et al.* (2017) recomendam a utilização de elipses de 95% de confiança para avaliar a sobreposição de nichos isotópicos uma vez que estas abrangem a variação individual dentro dos grupos analisados. Para comparação dos nichos isotópicos, foram geradas elipses considerando as Famílias / Subfamílias, os táxons com dieta Essencialmente Frugívora e as espécies Essencialmente Insetívoras. Nos dois últimos casos, foi realizada a distinção das espécies mais bem representadas nas análises isotópicas. As abordagens relacionadas à dieta abrangeram apenas os grupos com maior número de indivíduos analisados e que proporcionariam comparações mais robustas.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Programa Statistica, versão 7.0 (StatSoft, 2004). Foi adotado nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Foram capturados 137 espécimes e encontrados 2 indivíduos mortos durante as atividades de campo, totalizando 139 indivíduos amostrados (Tabela 1). Estes estão distribuídos em quatro famílias, 20 gêneros e 27 espécies (Tabela 1). A família mais bem representada foi Phyllostomidae ($n = 19$ espécies), seguida de Vespertilionidae ($n = 4$), Molossidae ($n = 2$) e Emballonuridae ($n = 2$). Entre os Phyllostomidae, a subfamília com maior representatividade foi Stenodermatinae ($n = 6$ espécies). *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae, Carollinae, $n = 22$ capturas), *Artibeus lituratus* (Phyllostomidae, Stenodermatinae, $n = 20$) e *Molossus molossus* (Molossidae, $n = 13$) foram as espécies registradas com maior frequência. Das amostras de pelo coletadas, para apenas uma (*Molossus molossus*) não foi possível obter a razão isotópica devido à insuficiência de material. Os valores isotópicos foram obtidos para 138 espécimes (média = 5,11 amostras/espécie; desvio padrão = 5,37; variação = 1 a 22).

Tabela 1: Número de indivíduos analisados, massa corporal média (g), valores de $\delta^{13}\text{C}$ (‰ PDB) e $\delta^{15}\text{N}$ (N_2 atmosférico) e tipo de dieta das 27 espécies de morcegos registradas na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre os meses de abril de 2016 e julho de 2017.

Táxons	N	Peso*	$\delta^{13}\text{C}^{**}$		$\delta^{15}\text{N}^{**}$		Dieta***
			Média	DP	Média	DP	
Emballonuridae							
<i>Centronycteris maximiliani</i> †	1	6,5	-23,17	-	11,19	-	Insetívora
<i>Saccopteryx bilineata</i>	1	6,9	-23,81	-	12,07	-	Insetívora
Molossidae							
<i>Molossus molossus</i>	12	15,0	-21,31	1,06	10,79	0,91	Insetívora
<i>Molossus rufus</i>	4	35,0	-19,68	0,45	11,27	1,29	Insetívora
Phyllostomidae							
Carollinae							
<i>Carollia brevicauda</i>	6	15,0	-25,04	0,97	11,62	1,32	Frugívora
<i>Carollia perspicillata</i>	22	16,0	-24,72	0,47	11,68	0,78	Frugívora-insetívora
Desmodontinae							
<i>Desmodus rotundus</i>	6	38,0	-13,50	4,17	13,0	1,12	Hematófaga
Glossophaginae							
<i>Anoura geoffroyi</i>	1	15,7	-22,90	-	11,40	-	Insetívora-nectarívora
<i>Glossophaga soricina</i>	2	10,0	-22,38	0,60	11,67	0,26	Insetívora-nectarívora
Micronycterinae							
<i>Micronycteris hirsuta</i>	3	12,50	-20,80	3,86	11,10	0,25	Insetívora
<i>Micronycteris microtis</i>	1	7,00	-24,50	-	11,90	-	Insetívora
<i>Micronycteris minuta</i>	1	8,00	-22,30	-	12,7	-	Insetívora
Phyllostominae							
<i>Mimon crenulatum</i>	2	24,00	-21,73	0,47	10,10	0,03	Insetívora
<i>Phyllostomus hastatus</i>	7	98,00	-20,90	0,59	12,25	0,95	Insetívora-frugívora
<i>Tonatia saurophila</i>	1	24,50	-22,91	-	9,09	-	Insetívora
<i>Trachops cirrhosus</i>	7	34,50	-22,71	0,96	11,52	0,46	Insetívora
Rhinophyllinae							
<i>Rhinophylla pumilio</i>	2	9,5	-23,51	0,38	7,48	0,70	Frugívora
Stenodermatinae							
<i>Artibeus fimbriatus</i>	5	59,00	-22,50	0,22	6,33	1,82	Frugívora
<i>Artibeus lituratus</i>	20	73,50	-23,9	0,49	8,73	0,21	Frugívora
<i>Artibeus obscurus</i>	7	39,00	-24,56	0,47	6,90	1,79	Frugívora
<i>Dermanura cinerea</i>	3	17,00	-24,72	1,10	6,50	0,53	Frugívora

<i>Platyrrhinus recifinus</i>	1	21,00	-24,48	0,14	7,18	0,48	Frugívora
<i>Sturnira lilium</i>	4	21,00	-25,00	0,19	13,20	1,26	Frugívora
Vespertilionidae							
<i>Eptesicus diminutus</i>	3	7,50	-22,62	0,13	10,84	0,94	Insetívora-frugívora
<i>Eptesicus furinalis</i>	4	8,00	-22,99	1,13	11,60	1,18	Insetívora
<i>Lasiurus blosseillii</i> †	1	9,00	-21,31	-	11,32	-	Insetívora
<i>Myotis nigricans</i>	9	5,00	-23,08	1,59	11,59	1,10	Insetívora

* De acordo com os dados apresentados em Gonçalves *et al.* (2018) e Reis *et al.* (2017).

** Dados isotópicos definidos na notação delta (δ) e relatados em partes por mil (‰) de padrões internacionais.

*** De acordo com os dados apresentados no Capítulo 1.

† Espécimes encontrados mortos em campo.

Os valores isotópicos obtidos variaram de -8,9‰ a -26,4‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e de 4,0‰ a 14,8‰ para $\delta^{15}\text{N}$ considerando todos os espécimes analisados. A variação foi significativa para $\delta^{13}\text{C}$ ($F_{(5,132)} = 75,44$, $p < 0,001$) e $\delta^{15}\text{N}$ ($F_{(5,132)} = 20,58$, $p < 0,001$) quando comparados os seis tipos de dieta em conjunto. A análise de $\delta^{13}\text{C}$ para os tipos de dieta apontou diferenças significativas entre quase todos os pares, ressaltando que o grupo com dieta Insetívora-nectarívora apresentou diferença significativa apenas em relação à dieta Hematófaga, a qual foi diferente de todas as outras (Tabela 2, Fig. 1A).

Tabela 2: Comparação dos valores isotópicos considerando C (números à direita e acima da diagonal) e N (números à esquerda e abaixo da diagonal) para os tipos de dieta das espécies de morcegos registradas na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre os meses de abril de 2016 e julho de 2017. Utilizado Teste de Tukey ajustado para amostras de tamanhos desiguais.

Legenda: Fru: Frugívora, FIn: Frugívora-insetívora, Ins: Insetívora, IFr: Insetívora-frugívora, INe: Insetívora-nectarívora e Hem: Hematófaga.

	Fru	FIn	Ins	IFr	INe	Hem
Fru		0,886	< 0,001	< 0,001	0,675	< 0,001
FIn	< 0,001		< 0,001	< 0,001	0,412	< 0,001
Ins	< 0,001	0,942		0,913	0,998	< 0,001
IFr	< 0,001	0,999	0,965		0,922	< 0,001
INe	0,264	0,999	0,999	0,999		< 0,001
Hem	< 0,001	0,724	0,412	0,810	0,891	

Na comparação entre pares para os valores de $\delta^{15}\text{N}$, foram observadas diferenças significativas apenas entre a dieta Frugívora e os demais tipos de dieta, com exceção de Insetívora-nectarívora (Tabela 2, Fig. 1B).

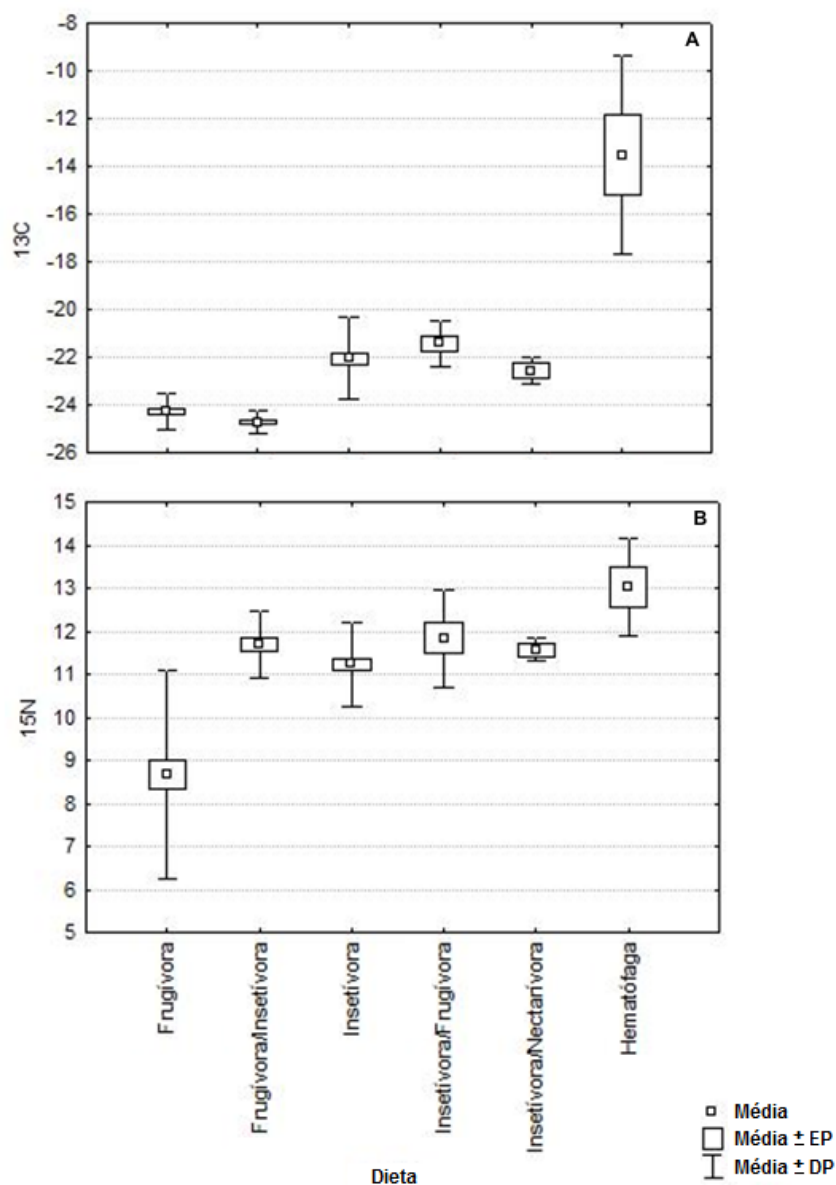


Figura 1: Comparação dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ considerando os diferentes tipos de dieta dos morcegos registrados na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre os meses de abril de 2016 e julho de 2017.

As famílias e subfamílias (no caso de Phyllostomidae) apresentaram grande sobreposição em relação aos nichos isotópicos ocupados pelas espécies, com exceção da Subfamília Desmodontinae que ocupou um espaço bidimensional diferenciado dos demais táxons (Fig. 2). A Subfamília Stenodermatinae apresentou espectro de $\delta^{15}\text{N}$ mais amplo quando comparado às demais famílias e subfamílias, resultando em uma menor sobreposição. Entretanto, para $\delta^{13}\text{C}$, foi observada uma amplitude menor (Fig. 2). As Subfamílias Desmodontinae e Micronycterinae, em contrapartida apresentaram um amplo espectro de $\delta^{13}\text{C}$ e um espectro de $\delta^{15}\text{N}$ mais estreito quando comparadas às demais famílias e subfamílias (Fig. 2). Glossophaginae apresentou nicho isotópico bastante restrito nos dois eixos (Fig. 2).

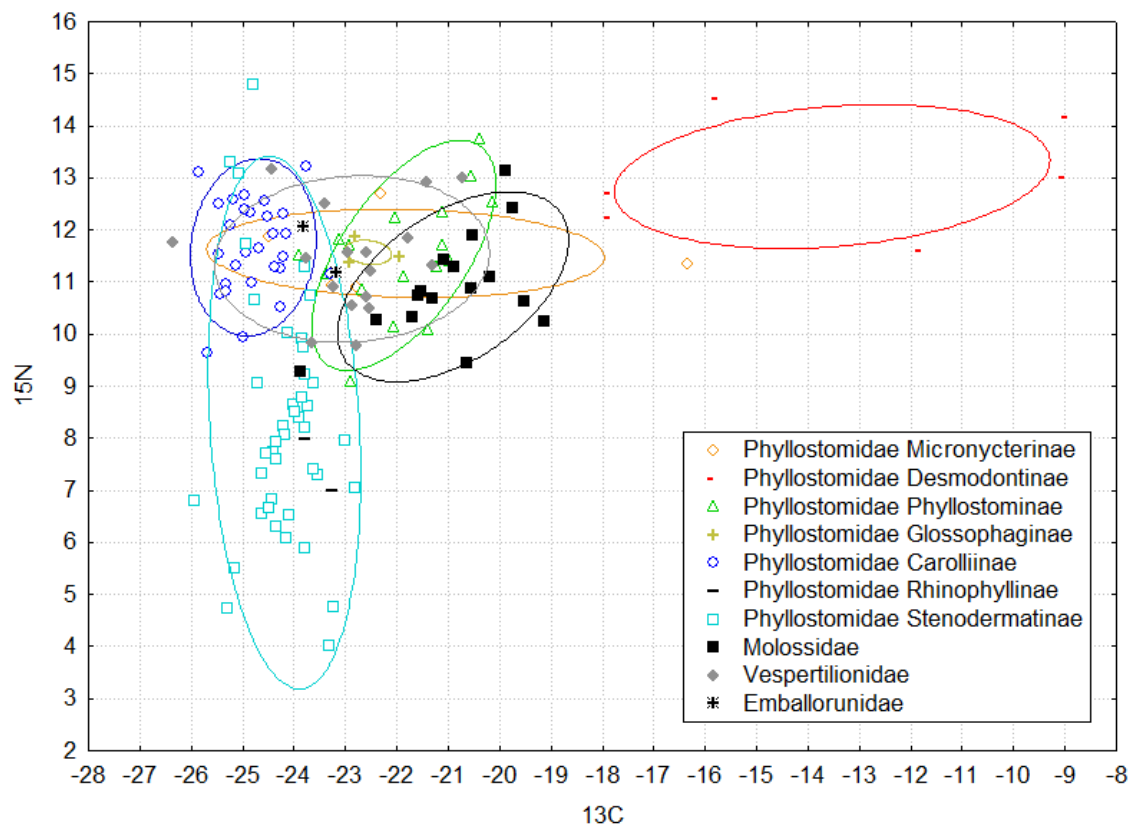


Figura 2: Representação gráfica dos nichos isotópicos das famílias e subfamílias de morcegos registrados na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre os meses de abril de 2016 e julho de 2017. As elipses (95% de confiança) representam os nichos isotópicos gerados a partir dos valores isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) e os símbolos correspondem aos espécimes analisados.

Quando avaliado o nicho isotópico ocupado pelas espécies Essencialmente Frugívoras, observa-se que houve sobreposição entre os diferentes táxons agrupados nesta categoria (Fig. 3). Apesar disso, as espécies do gênero *Artibeus* apresentaram nichos isotópicos com diferentes níveis de sobreposição entre si, o que também foi observado entre elas e os demais frugívoros (Fig. 3). Dos 18 indivíduos frugívoros analisados e que pertencem a outros gêneros, 12 não sobrepueram registros com as elipses das três espécies de *Artibeus* spp. (Fig. 3).

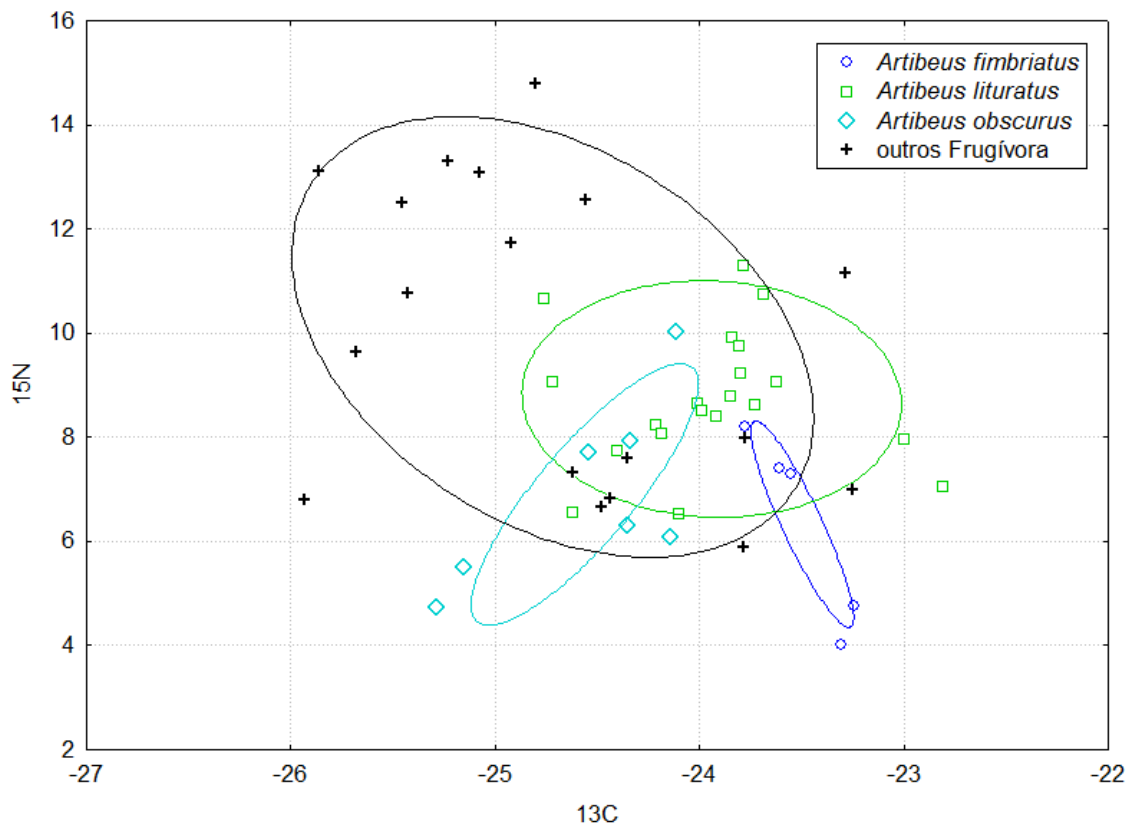


Figura 3: Representação gráfica dos nichos isotópicos das três espécies do gênero *Artibeus* e demais espécies de morcegos classificados como Frugívoros registrados na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre os meses de abril de 2016 e julho de 2017. As elipses (95% de confiança) representam os nichos isotópicos gerados a partir dos valores isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) e os símbolos correspondem aos espécimes analisados.

As elipses que formam os nichos isotópicos dos morcegos Essencialmente Insetívoros apresentam grande sobreposição (Fig. 4). Entretanto, observa-se que, entre as espécies da Família Molossidae (*Molossus molossus* e *Molossus rufus*) e entre as

espécies da Família Vespertilionidae (*Eptesicus furinalis* e *Myotis nigricans*), parece ocorrer particionamento de nicho isotópico, em diferentes níveis, ressaltando a diferenciação entre as elipses (Fig. 4).

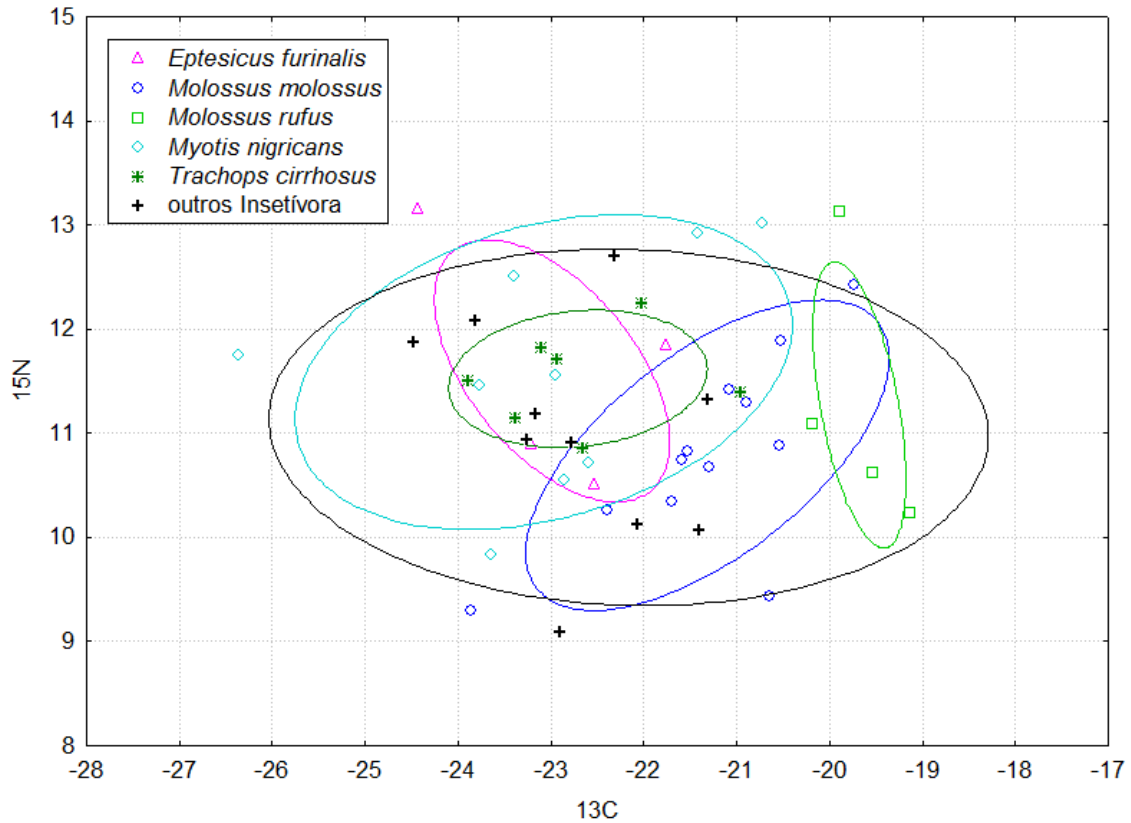


Figura 4: Representação gráfica dos nichos isotópicos das espécies de morcegos classificadas como Insetívoras registradas na Reserva Natural Vale (Linhares / ES), entre os meses de abril de 2016 e julho de 2017, considerando a diferenciação das espécies mais bem representadas nas amostragens e as demais espécies. As elipses (95% de confiança) representam os nichos isotópicos gerados a partir dos valores isotópicos ($\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$) e os símbolos correspondem aos espécimes analisados.

DISCUSSÃO

O uso de isótopos estáveis demonstrou que as espécies que compõem a comunidade de morcegos da RNV particionam nicho isotópico, com sobreposição em diferentes níveis, revelando padrões complementares no uso dos recursos. Isso sugere que, mesmo apresentando dietas semelhantes, as espécies utilizam estratégias

diferenciadas de forrageamento e consumo de itens específicos, o que favorece a coexistência dos grupos. Neste sentido, ressalta-se que o maior particionamento de nicho isotópico foi observado entre os táxons com dieta Frugívora e entre as espécies congênicas.

A variação entre os valores $\delta^{13}\text{C}$ observados no presente estudo foram mais amplos do que o observado para comunidades de pequenos mamíferos em regiões tropicais na Ásia (Hyodo *et al.*, 2010) e na África (Dammhahn *et al.*, 2012). Entretanto, eles estão próximos à amplitude dos valores observados em estudos realizados na Mata Atlântica com onça-parda (Magioli *et al.*, 2014) e pequenos mamíferos não voadores (Galetti *et al.*, 2016). Quando avaliada a variação de $\delta^{15}\text{N}$, observa-se que os valores do presente estudo ficaram acima dos observados em regiões tropicais em outros continentes (Nakagawa *et al.*, 2007; Hyodo *et al.*, 2010; Dammhahn *et al.*, 2012), mas também próximo da variação observada nos estudos realizados na Mata Atlântica (Magioli *et al.*, 2014; Galetti *et al.*, 2016), confirmando a complexidade das interações tróficas neste bioma (Galetti *et al.*, 2016). Quando analisados apenas os morcegos, Hyodo *et al.* (2010) avaliaram a variação de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ para espécies de Microchiroptera na Malásia e os valores obtidos também ficaram abaixo da amplitude observada no presente estudo. Isso sugere que as relações tróficas das quais a comunidade de quirópteros participa na RNV são mais complexas do que as amostradas na Ásia.

A maioria das espécies de morcegos apresentou valores $\delta^{13}\text{C}$ entre -19,1‰ e -26,4‰, indicando que plantas com metabolismo C3 são as principais fontes basais das cadeias tróficas nas quais os táxons analisados estão inseridos (Fry, 2006; Martinelli *et al.*, 2009). Os indivíduos da espécie hematófaga, *Desmodus rotundus* (Phyllostomidae/Desmodontinae), entretanto, apresentaram valores de $\delta^{13}\text{C}$ que variaram de -9,8‰ a -17,8‰, indicando que a base da cadeia trófica dessa espécie se concentra em plantas com metabolismo C4 (Fry, 2006; Martinelli *et al.*, 2009). Gnocchi e Srbek-Araujo (2017) registraram dois eventos de ataque a gado no interior da Reserva Biológica de Sooretama (área vizinha à RNV) por essa espécie de morcego, corroborando a evidência de que a base da cadeia trófica na qual se inserem esses animais está concentrada em plantas C4.

De acordo com Gulka *et al.* (2017), a largura da elipse está relacionada com especializações da dieta em relação à base da cadeia alimentar, inferindo que elipses mais estreitas indicam nichos mais restritos e, consecutivamente, espécies mais especialistas em um determinado recurso. Nesse sentido, sugere-se que Phyllostomidae/Glossophaginae, seguida de Phyllostomidae/Carollinae e Phyllostomidae/ Stenodermatinae sejam, entre os grupos analisados, os táxons mais especializados em algum tipo de recurso por apresentarem nichos isotópicos mais restritos. Essa colocação é apoiada pelos resultados de dieta apresentados no Capítulo 1, ressaltando que estas mesmas subfamílias apresentaram certa especialização em determinados itens alimentares, em especial frutos. Essas colocações também são corroboradas pelo descrito na literatura científica para as espécies das subfamílias citadas no que se refere às especializações por determinados gêneros vegetais (Pedro e Passos, 1995; Passos *et al.*, 2003; Mikich *et al.*, 2003; Mikich e Bianconi, 2005; Mikich *et al.*, 2015). As demais famílias e subfamílias, que possuem dieta essencialmente insetívora, apresentaram elipses mais largas, sugerindo que pode se tratar de morcegos mais generalistas e/ou que os insetos por eles consumidos utilizam recursos variados, resultando em maior amplitude de $\delta^{13}\text{C}$.

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ variaram entre 4,0‰ a 14,8‰, sugerindo que as espécies da comunidade estudada ocupam até três níveis tróficos a partir do valor mínimo de $\delta^{15}\text{N}$ obtido. Isso se deve ao fato da taxa de enriquecimento isotópico ser de aproximadamente 3,4‰ a cada nível trófico (Minagwa e Wada, 1984; Fry, 2006; Martinelli *et al.*, 2009). Quando se analisa o nível trófico ocupado pelas famílias e subfamílias, as Famílias Emballonuridae, Molossidae e Phyllostomidae/Carollinae, Phyllostomidae/Desmodontinae, Phyllostomidae/Glossophaginae, Phyllostomidae/Phyllostominae e Phyllostomidae/Micronycterinae ocuparam o segundo e terceiro níveis tróficos, a Subfamília Rhinophyllinae ocupou o segundo nível trófico e a Subfamília Stenodermatinae é a única que apresentou representantes em todos os níveis tróficos relacionados à comunidade estudada. Erdman (2013) estudou, a partir de pelos de espécimes mantidos em cativeiro, a relação entre os valores de $\delta^2\text{H}$ e o nível trófico de morcegos que ocupavam o segundo e o terceiro níveis tróficos. Os resultados obtidos por este autor correspondem a uma estrutura trófica similar à registrada no presente estudo. Siemers *et al.* (2011) compararam a divergência de níveis tróficos entre

Myotis myotis e *Myotis blythii oxygnathus* utilizando isótopos estáveis de $\delta^{15}\text{N}$ e constataram que *Myotis myotis* era principalmente consumidor secundário, ocupando assim o terceiro nível trófico, enquanto *Myotis blythii oxygnathus* consumiu quase exclusivamente presas que eram consumidores primários, assumindo o segundo nível trófico. Estes estudos corroboram os resultados obtidos no presente trabalho, demonstrando que a comunidade de morcegos pode alcançar até o terceiro nível trófico.

Os valores mais elevados de $\delta^{15}\text{N}$ foram observados em espécies que apresentam dieta baseada exclusiva ou predominantemente em itens animais, conforme apontado no Capítulo 1. Entretanto, também foram observadas, nos níveis mais altos, espécies das Subfamílias Carollinae e Stenodermatinae que apresentaram dieta Essencialmente Frugívora. Como também apontado no Capítulo 1, algumas espécies desses táxons podem consumir insetos com diferentes frequências, embora em menor quantidade do que o observado para as espécies Essencialmente Insetívoras. Desta forma, a amplitude elevada de $\delta^{15}\text{N}$ para espécies Essencialmente Frugívoras talvez não seja acarretada apenas pelo consumo ocasional de insetos e outros itens de origem animal. É importante ressaltar que, embora os níveis de $\delta^{15}\text{N}$ tenham sido mais altos do que o esperado para espécies com dieta Essencialmente Frugívora, esses valores ainda se mantiveram abaixo dos demais tipos de dietas baseadas em itens animais para a maioria dos indivíduos analisados. É possível que essa alta taxa de nitrogênio advinha de itens de origem vegetal, a exemplo da Família Fabaceae, que é conhecida por ser enriquecida em nitrogênio (Fry, 2006; Martinelli et al., 2009). Neste sentido, de acordo com dados preliminares, alguns dos frutos coletados na RNV e consumidos por morcegos possuem alta taxa de $\delta^{15}\text{N}$, corroborando o fato de espécies frugívoras atingirem valores de nitrogênio que são compatíveis com níveis tróficos mais elevados. Herrera *et al.* (2001) acompanharam a variação sazonal da dieta de *Artibeus jamaicensis* e *Glossophaga soricina* no México, por meio da análise de isótopos de carbono e nitrogênio. Esses autores concluíram que para *Artibeus jamaicensis*, durante todo o ano, muito pouco de sua fonte de proteína é proveniente de insetos e sua nutrição parece ser obtida basicamente de *Ficus* e outros frutos com alto valor proteico. Com base nos dados apresentados no Capítulo 1 e no presente estudo, sugere-se que o mesmo padrão ocorra na RNV para as espécies do gênero *Artibeus*. Já para *Glossophaga soricina*, Herrera *et al.* (2001) observaram que os insetos eram a maior fonte de proteína, na maior parte do

ano, exceto nos meses de agosto e dezembro. Esse período correspondeu ao pico de floração de duas espécies vegetais, demonstrando que nesses meses os indivíduos obtinham proteína principalmente a partir do consumo de néctar (Herrera *et al.*, 2001). O mesmo comportamento foi observado por Alvarez *et al.* (1991). Segundo esses autores, *Glossophaga soricina*, na estação chuvosa, alimenta-se de néctar e pólen, e, na estação seca, alimenta-se exclusivamente de insetos. O comportamento alimentar de *Glossophaga soricina* poderia explicar o nicho isotópico apresentado pela espécie no presente estudo, o que também pode ser apontado para a espécie *Anoura geoffroyi*.

As elipses formadas com os valores isotópicos das espécies do gênero *Artibeus* evidenciam o particionamento de recursos alimentares entre os três táxons, embora *Artibeus lituratus* apresente um nicho mais generalista, se sobrepondo às outras duas espécies do gênero. *Artibeus fimbriatus* e *Artibeus obscurus*, por sua vez, possuem nichos isotópicos mais restritos e parecem não competir entre si por recursos alimentares. Os resultados de dieta apresentados no Capítulo 1 mostraram que cada espécie de *Artibeus* spp. consumiu frutos de *Ficus* de espécies diferentes, entre outros itens que não se subrepuseram, sugerindo que essas espécies particionam seus nichos de forma a evitar competição por recursos alimentares. Segundo Dumont *et al.* (2012) e Santana *et al.* (2012), o gênero *Artibeus* possui capacidade de explorar uma gama maior de frutos devido às especializações evolutivas do aparato crânio-mandibular, o que os permite consumir, inclusive, frutos com maior dureza. Entretanto, embora parte dos frugívoros amostrados não tenha se sobreposto ao nicho isotópico definido para *Artibeus* spp., outros indivíduos apresentaram sobreposição com as espécies desse gênero. Ressalta-se que frutos distintos podem apresentar assinaturas isotópicas parecidas (Martinelli *et al.*, 2009) e, nesse contexto, é possível que *Artibeus* spp. e os outros Frugívoros particionem nicho trófico, evitando ou reduzindo a competição entre si, mesmo que as assinaturas isotópicas sejam semelhantes. Espera-se que estas questões sejam mais bem resolvidas quando os valores isotópicos dos itens alimentares estiverem disponíveis para análise.

Ao contrário dos Essencialmente Frugívoros, o nicho isotópico dos Essencialmente Insetívoros apresentou muita sobreposição, embora entre *Molossus molossus* e *Molossus rufus* (Molossidae) e *Eptesicus furinalis* e *Myotis nigricans* (Vespertilionidae) pareça ter havido particionamento do nicho isotópico, com

exploração diferenciada dos recursos alimentares. Os dados apresentados no Capítulo 1 apontaram que *Molossus molossus* (Molossidae), *Eptesicus furinalis* (Vespertilionidae) e *Myotis nigricans* (Vespertilionidae) apresentaram maior frequência de consumo de coleópteros, enquanto *Molossus rufus* (Molossidae) consumiu himenópteros com maior frequência do que coleópteros, embora outras ordens também tenham sido consumidas de forma diferenciada. Ainda que as três primeiras espécies consumam principalmente coleópteros, é possível observar um particionamento do nicho isotópico entre elas, sugerindo que possa haver o consumo de táxons diferentes por cada espécie de morcego, o que pode refletir, por exemplo, presas com tamanho e/ou dureza diferenciados. Segundo Aguirre *et al.* (2003), o tipo específico de item alimentar consumido pode ser definido pelo tamanho e dureza do alimento, ressaltando que somente morcegos com maior massa corporal têm capacidade de consumir coleópteros maiores que 15 mm. Ainda sobre os diferentes tipos de presas consumidas por morcegos, Siemers *et al.* (2011) observaram que duas espécies de morcegos insetívoros do mesmo gênero (*Myotis myotis* e *Myotis blythii oxygnathus*) particionavam seus nichos com base na seleção diferenciada de presas. Segundo os autores, *Myotis myotis* consumiram predominantemente coleópteros, enquanto *Myotis blythii oxygnathus* tinham a dieta composta em sua maior parte por ortópteros. Além dos aspectos abordados, deve-se considerar também que o uso de itens alimentares específicos, como o consumo das diferentes ordens de insetos, possa favorecer o particionamento do nicho trófico, sem que esta seleção diferenciada de itens reflita em diferenças expressivas na assinatura isotópica. Isso justificaria, por exemplo, a maior sobreposição entre os nichos isotópicos dos táxons Essencialmente Insetívoros de forma geral. Reitera-se que, quando os dados isotópicos dos itens alimentares estiverem disponíveis, será possível avaliar de forma mais detalhada e precisa o particionamento dos nichos isotópicos dos morcegos analisados. Além disso, é importante ressaltar que a construção das elipses com base em análises mais conservadoras dos nichos isotópicos, utilizando apenas 40% dos dados, provavelmente reduziria a sobreposição dos nichos, embora as elipses que utilizam 95% dos dados sejam ideais para avaliar a sobreposição isotópica entre grupos (Gulka *et al.*, 2017).

A partir dos dados apresentados, é possível observar que as espécies de morcegos analisadas ocupam nichos isotópicos diferenciados, com diferentes níveis de

sobreposição entre si. O particionamento de nicho isotópico foi mais representativo entre frugívoros e espécies congênicas, sugerindo o consumo de itens alimentares diferenciados. A análise isotópica utilizando $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$, entretanto, se mostrou pouco sensível para diferenciar as famílias e subfamílias de morcegos, tendo apresentado maior relevância pra separação de grupos baseados no tipo de dieta. Ressalta-se que os resultados apresentados são preliminares e outros padrões podem ser revelados ou mais bem evidenciados a partir do detalhamento das análises.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, L. F., A. HERREL, R. VAN DAMME, E. MATTHYSEN. 2003. The implications of food hardness for diet in bats. *Functional Ecology*, 17: 201-212.
- ALVAREZ, J., M. R. WILLING, J. KNOX JONES, Jr. e D. WEBSTER. 1991. *Glossophaga soricina*. *Mammalian species*, 379: 1-7.
- COLPEN, T.B. 2011. Guidelines and recommended terms for expression of stableisotope-ratio and gas-ratio measurement results. *Mass Spectrometry*, 25: 2538-2560.
- COSTA J.S.S. 2013. Caracterização das cadeias tróficas de zonas húmidas costeiras na rota migratória de aves limícolas: uma análise isotópica. 2013. 98f. Dissertação (Mestrado em Biologia da Conservação) – Departamento de Biologia Animal, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.
- DAMMHAHN, M., V. SOARIMALALA e S.M. GOODMAN. 2012. Trophic niche differentiation and microhabitat utilization in a species-rich Montane Forest small mammal community of Eastern Madagascar. *Biotropica*, 0(0): 1-8.
- DUMONT, E. R., L. M. DÁVALOS, A. GOLDBERG, S. E. SANTANA, K. REX e C. C. VOIGT. 2012. Morphological innovation, diversification and invasion of a new adaptive zone. *Proceedings of the Royal Society B*, 279: 1797-1805.
- ERDMAN, L. 2013. Trofic leve influence on stable hydrogen isotopic composition of bat fur. 2013. 88f. Monograph (Master of Science) – The School of Graduate and Postdoctoral Studies, The University of Western Ontario London, Ontario, 2013.

- FENTON, M. B. 1982. Echolocation calls and patterns of hunting and habitat use of bats (Microchiroptera) from Chillagoe, North Queensland. *Australian Journal of Zoology*, 30: 417-425.
- FLEMING, T. H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. Pp. 105-118, *in* Frugivores and seed dispersal (A. ESTRADA e T.H. FLEMING, eds.). Dr W. Junk Publishers, Dordrecht. 389 pp.
- FRY, B. 2006. *Stable Isotope Ecology*. Springer Science & Business Media, New York, 316p.
- GAJDZIK, L., E. PARMENTIER, N. STURARO e B. FRÉDÉRICH. 2016. Trophic specializations of damselfishes are tightly associated with reef habitats and social behaviours. *Marine Biological*, 163:249 DOI 10.1007/s00227-016-3020-x
- GALETTI, M., R. R. RODARTE, C. L. NEVES, M. MOREIRA e R. COSTA-PEREIRA. 2016. Trophic Niche Differentiation in Rodents and Marsupials Revealed by Stable Isotopes. *Plos One*, 11(4): e0152494. DOI:10.1371/journal.pone.0152494
- GNOCCHI, A. P. e A. C. SRBEK-ARAUJO. 2017. Common Vampire Bat (*Desmodus rotundus*) feeding on Lowland Tapir (*Tapirus terrestris*) in an Atlantic Forest remnant in southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, 17(3): e20170326.
- GONÇALVES, F., R. S. BOVENDORP, G. BECA, C. BELLO, R. COSTA-PEREIRA, R. L. MUYLELAERT, R. R. RODARTE, N. VILLAR, R. SOUZA, M. E. GRAIPEL, J. J. CHEREM, D. FARIA, J. BAUMGARTEN, M. R. A, E. M. VIEIRA, N. CÁCERES, R. PARDINI, Y. L. R. LEITE, L. P. COSTA, M. A. R. MELLO, E. FISCHER, F. C. PASSOS, L. H. VARZINCZAK, J. A. PREVEDELLO, A. P. CRUZ-NETO, F. CARVALHO, A. R. PERCEQUILLO, A. PAVIOLO, A. NAVA, J. M. B. DUARTE, N. U. DE LA SANCHA, E. BERNARD, R. G. MORATO, J. F. RIBEIRO, R. G. BECKER, G. PAISE, P. S. TOMASI, F. VÉLEZ-GARCIA, G. L. MELO, J. SPONCHIADO, F. CEREZER, M. A. S. BARROS, A. Q. S. DE SOUZA, C. C. DOS SANTOS, G. A. F. GINÉ, P. KERCHES-ROGERI, M. M. WEBER, G. AMBAR, L. V. CABRERA-MARTINEZ, A. ERIKSSON, M. SILVEIRA, C. F. SANTOS, L. ALVES, E. BARBIER, G. C. REZENDE, G. S. T. GARBINO, E. O. RIOS, A. SILVA, A. T. A. NASCIMENTO, R. S. DE CARVALHO, A. FEIJÓ, J. ARRABAL, I. AGOSTINI, D. LAMATTINA, S. COSTA, E. VANDERHOEVEN, F. R. DE MELO, P. O. LAROQUE, L. JERUSALINSKY, M. M. VALENÇA-MONTENEGRO, A. B. MARTINS, G. LUDWIG, R. B. DE AZEVEDO, A. ANZÓATEGUI, M. X. DA SILVA, M.

- F. D. MORAES, A. VOGLIOTTI, A. GATTI, T. PÜTTKER, C. S. BARROS, T. K. MARTINS, A. KEUROGHLIAN, D. P. EATON, C. L. NEVES, M. S. NARDI, C. BRAGA, P. R. GONÇALVES, A. C. SRBEK-ARAUJO, P. MENDES, J. A. DE OLIVEIRA, F. A. M. SOARES, P. A. ROCHA, P. CRAWSHAW JR, M. C. RIBEIRO e M. GALETTI. 2018. Atlantic mammal traits: a dataset of morphological traits of mammals in the Atlantic Forest of South America. *Ecology*, 99(2): 498.
- GULKA, J., P. C. CARVALHO, E. JENKINS, K. JOHNSON, L. MAYNARD e G. K. DAVOREN. 2017. Dietary niche shifts of multiple marine predators under varying prey availability on the Northeast Newfoundland Coast. *Frontiers in Marine Science*, 4: 1-11.
- HERRERA, M. G., K. A. HOBSON, L. M. MIRÓN, N.P. RAMÍREZ, G. C. MÉNDEZ e V. SÁNCHEZ-CORDERO. 2001. Sources of protein in two species of phytaphagous bats in a Seasonal Dry Forest: evidence from stable-isotope analysis. *Journal of Mammalogy*, 82(2): 352-361.
- HOBSON K. A. 2005. Using stable isotopes to trace long-distance dispersal in birds and other taxa. *Diversity and Distributions*, 11:157-164
- HYODO, F., T. MATSUMOTO, Y. TAKEMATSU, T. KAMOI, D. FUKUDA, M. NAKAGAWA e T. ITIOKA. 2010. The structure of a food web in tropical rain forest in Malaysia based on carbon and nitrogen stable isotope ratios. *Journal of Tropical Ecology*, 26: 205-214.
- KELLY, J. F. 2000. Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Canadian Journal of Zoology*, 78:1-27.
- LIMA, I. P., M. R. NOGUEIRA, L. R. MONTEIRO e A. L. PERACCHI. 2016. Frugivoria e dispersão de sementes por morcegos na Reserva Natural Vale, sudeste do Brasil. Pp. 433-452, *in Floresta Atlântica de Tabuleiro: Diversidade e endemismo na Reserva Natural Vale* (S. G. ROLIM, L. F. T. MENEZES e A. C. SRBEK-ARAUJO, eds.). The Nature Conservancy, Symbiosis, Amplo, Belo Horizonte. 501 pp.
- MAGIOLI, M., M. Z. MOREIRA, K. M. B. FERRAZ, R. A. MIOTTO, P. B. CAMARGO, M. G. RODRIGUES, M. S. CANHOTO e E. F. SETZ. 2014. Stable isotope evidence of *Puma concolor* (Felidae) feeding patterns in agricultural landscapes in Southeastern Brazil. *Biotropica*, 46(4):451-460.

- MARTINELLI, L.A., J. P. H. B. OMETTO, E. S. FERRAZ, R. L. VICTORIA, P. B. CAMARGO e M. Z. MOREIRA. 2009. Desvendando questões ambientais com isótopos estáveis. Oficina de Textos, São Paulo, 144p.
- MARTINEZ DEL RIO C., P. SABAT, R. ANDERSON-SPRECHER e S. P. GONZALEZ. 2009. Dietary and isotopic specialization: the isotopic niche of three *Cinclodes* ovenbirds. *Oecologia*, 161:149-159.
- MIKICH, S. B. e G. V. BIANCONI. 2005. Potencializando o papel dos morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 55: 155-164.
- MIKICH, S. B., G. V. BIANCONI, B. H. L. N. S. MAIA e S. D. TEIXEIRA. 2003. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. *Journal of Chemical Ecology, Rapid Communication*: 81-86.
- MIKICH, S. B., G. V. BIANCONI, L. C. PAROLIN e A. ALMEIDA. 2015. Serviços ambientais prestados por morcegos frugívoros na recuperação de áreas degradadas. Pp. 248-256, *in* Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma Mata Atlântica (L.M PARRON, J.R. GARCIA, E.B. OLIVEIRA, G.G. BROWN e R.B. PRADO, eds.). Embrapa, Brasília.
- MINAGAWA, M. e E. WADA. 1984. Stepwise enrichments of ^{15}N along food chains; further evidence and relation between ^{15}N animal age. *Geochem Cosmochim Acta*, 48: 1135-1140.
- NAKAGAWA, M., F. HYODO, e T. NAKASHIZUKA. 2007. Effect of forest use on trophic levels of small mammals: an analysis using stable isotopes. *Canadian Journal of Zoology* 85:472–478.
- OLIVEIRA, H. F. M. e B. PEREIRA. 2016. Guia de sementes dispersas por morcegos (Mammalia: Chiroptera) da América Latina. Brasília: Universidade de Brasília e Queen Mary University of London. 36p.
- PASSOS, F. C., W. R. SILVA, W. A. PEDRO e M. R. BONLN. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(3): 511-517.
- PEDRO, W. A. e F. C. PASSOS. 1995. Occurrence and food habits of some bat species from the Linhares Forest Reserve, Espírito Santo, Brazil. *Bat Research News*, 36(1): 1-2.

- PETERSON, B. J. e B. FRY. 1987. Stable Isotopes in Ecosystem Studies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 293-320.
- RAVEN, P.H., R. F. EVERT, e S. E. EICHHORN. 2007. *Biologia Vegetal*. 7ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 830p.
- REIS, N. R., A. L. PERACCHI, C. B. BATISTA, I. P. LIMA e A. D. PEREIRA. 2017. *História Natural dos Morcegos Brasileiros: chave de identificação de espécies*. Technical Books, Rio de Janeiro, 416p.
- REIS, N. R., M. N. FREGONEZI, A. L. PERACCHI e O. A. SHIBATTA. 2013. *Morcegos do Brasil: guia de campo*. Technical Books, Rio de Janeiro, 252p.
- ROUNICK, J.S. e M. J. WINTERBOURN. 1986. Stable Carbon Isotopes and Carbon Flow in Ecosystems. *BioScience*, 36(3): 171-177.
- SANTANA, S. E., I. R. GROSSE e E. R. DUMONT. 2012. Dietary hardenss, loading behavior, and the evolution of skull form in bats. *Evolution*, 66(8): 2587-2598.
- SIEMERS, B. M., S. GREIF, I. BORISSOV, S. L. VOIGT-HEUCKE e C. C. VOIGT. 2011. Divergent trophic levels in two cryptic sibling bat species. *Oecologia*, 166: 69-78.
- STATSOFT. 2004. *Statistica: data analysis software system (version 7.0)*.
www.statsoft.com.
- SULZMAN E. W. 2007. Stable isotope chemistry and measurement: a primer. Pp 1-21, in *Stable Isotopes in Ecology and Environmental Sciences* (K. Lajtha, R.H. Michener, eds.) Blackwell Scientific Publications, New York. 565p.