



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO



FRUGIVORIA POR MORCEGOS (CHIROPTERA:
PHYLLOSTOMIDAE) NA MATA ATLÂNTICA DO NORDESTE E
PADRÕES GERMINATIVOS DE SEMENTES APÓS PASSAGEM
PELO SISTEMA DIGESTIVO

ARIVANIA SANTOS PEREIRA

Mestrado Acadêmico

São Cristóvão
Sergipe - Brasil
2017

ARIVANIA SANTOS PEREIRA

**FRUGIVORIA POR MORCEGOS (CHIROPTERA:
PHYLLOSTOMIDAE) NA MATA ATLÂNTICA DO NORDESTE E
PADRÕES GERMINATIVOS DE SEMENTES APÓS PASSAGEM
PELO SISTEMA DIGESTIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Prof. Dr. Stephen Francis Ferrari

Coorientador: Prof. Dr. Patrício Adriano da Rocha

São Cristóvão
Sergipe - Brasil
2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

P436f Pereira, Arivania Santos.
Frugivoria por morcegos (Chiroptera: Phyllostomidae) na Mata Atlântica do Nordeste e padrões germinativos de sementes após passagem pelo sistema digestivo / Arivania Santos Pereira; orientador Stephen Francis Ferrari. – São Cristóvão, 2017.
100 f.: il.

Dissertação (mestrado em Ecologia e Conservação)
– Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Morcego. 2. Sementes - Dispersão. 3. Mata Atlântica. 4. Germinação. I. Ferrari, Stephen Francis, orient. II. Título.

CDU 599.41

TERMO DE APROVAÇÃO

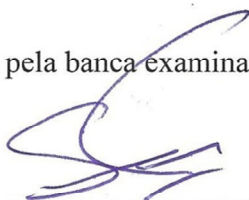
**FRUGIVORIA POR MORCEGOS (CHIROPTERA:
PHYLLOSTOMIDAE) NA MATA ATLÂNTICA DO NORDESTE E
PADRÕES GERMINATIVOS DE SEMENTES APÓS PASSAGEM PELO
SISTEMA DIGESTIVO**

por

ARIVANIA SANTOS PEREIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

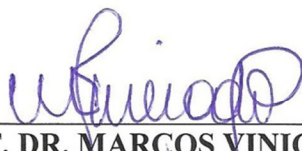
APROVADA pela banca examinadora composta por



PROF. DR. STEPHEN FRANCIS FERRARI
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da
Universidade Federal de Sergipe



PROF. DR. ISAAC PASSOS DE LIMA
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



PROF. DR. MARCOS VINICIUS MEIADO
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da
Universidade Federal de Sergipe



PROF. DR. PATRÍCIO ADRIANO DA ROCHA
Universidade Federal da Paraíba

São Cristóvão/SE, 23 de fevereiro de 2017

Início

“ - Hei, tive umas ideias e decidi que vou incluir mais três coisas no projeto.

- Han? Como assim? Não vai não.

- Mas se eu fizer isso, vamos ter resultados “mais amplos”.

- Vamos com calma, esse não é seu objetivo, mantenha o foco.”

Respirei.... Entendi. Cedi.

Fim (Fim?)

“- Olha, melhor não incluirmos essa parte dos resultados.

- HAN!?! Eu repeti esse experimento seis vezes, vamos incluir sim!

- Calma! Dessa vez “isso” vai ficar de fora, mas não faltarão oportunidades.

- Não. Vamos usar dessa vez! Venha ver aqui esses trabalhos, x, y e z fizeram “inferior” ao que temos.

- Mas essa não foi a nossa proposta. Além do mais você não é nem x, nem y, nem z.”

Respirei.

Respirei novamente.

Talvez tenha respirado mais uma vez....

Por fim, cedi.

Entendi que toda poda é na intenção de um crescimento futuro...

A quem abriu meus olhos ao mundo dos morcegos, gerando uma admiração antes improvável, e mais do que isso, fez de uma constante, talvez sem perceber, o meu amor pela pesquisa.

A Patrício Adriano da Rocha,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Dois anos definitivamente não representa o que se constrói, o que se ganha, e o que se perde durante esse período de tempo que chamamos de “fazer mestrado”. Nesse intervalo, conferi as horas do dia e a data do calendário, mais vezes do que provavelmente conferirei no restante da minha vida. Não foram poucas (não mesmo) as vezes em que tudo deu errado e que as providências para “dar certo” tiveram que nascer em passo acelerado. Hoje, a poucos dias do “fim” olho para trás e tenho mais do que nunca a certeza de que, se você se propõe a continuar, Deus se propõe a colocar no seu caminho pessoas que te ajudarão a concluir a jornada.

Sou grata a Ele, por seu amor esponsal, por ser minha força quando a minha me faltou, por me dar condições e pelas pessoas que prontamente tratou em pôr em meu caminho, ou ainda, fez com que a presença das que já estavam, fossem mais fortes. A elas, nesse espaço agradeço.

A meus pais Nilton e Angela, por serem meu maior exemplo de esforço e coragem, por se fazerem presentes na distância e por me incentivarem, mesmo sem entender, quando resolvi me tornar “morcególoga”.

A minhas irmãs Ariana e Adriana, pelos conselhos, pelo cuidado e pelas doses diárias de ânimo. Não sabiam elas, que “a força de vontade maior que a vontade” que me atribuíam, era na verdade um reflexo da coragem que eu via nelas. A meu afilhado Marcinho, que só por existi me fazia mais forte, e a todo a minha família, que nesse espaço não caberiam os nomes, pelas orações e por serem o meu porto, um lugar que eu sempre encontrei refúgio.

A meu namorado Saulo, por sua paciência em meio as minhas infinitas crises de ansiedade (e todas as outras rs), pela prestatividade e por ser em minha vida calma, quando eu, por natureza sou agitação. Nessa mesma oportunidade agradeço a toda sua família, que me acolheu como filha, fazendo com que a distância dos meus pais fosse vivida com mais serenidade.

A todos os meus amigos, em especial a Sara, Vanessa, Andréa, Luana, Aley, Jiorgio e James, aos distantes, por entenderem a ausência física de sempre, aos de perto... por entenderem mais ainda. Quero agradecer especialmente a Tacy, por todo apoio emocional e empatia, e a Thali e Ana, pela paciência, suporte e por serem família nesse tempo.

A meu orientador Steve, por me aceitar como orientanda antes mesmo do mestrado, quando o processo que hoje tenho a oportunidade (e satisfação) de concluir era somente um sonho.

A Patrício, meu coorientador e amigo, primeiro, agradeço pela oportunidade de ser sua orientanda, segundo, por me mostrar que sempre podemos melhorar, me dizendo “isso você melhora gastando uma horinha” (só quero dizer que eu não. Eu demoro.... dias! rrsrrsr), terceiro (e me darei por satisfeita, se não criarei uma lista de agradecimentos particulares rsrs) agradeço pelo incentivo de sempre, por toda prestatividade logística, paciência e pelas lições, mais que acadêmicas, lições de vida. A você, minha admiração e respeito.

Agradeço a toda minha turma do mestrado, especialmente a Meggie, Philippe e Ranna, pela companhia sem definição nessa jornada. Vocês me ensinaram diariamente que o caminho é muito mais satisfatório quando se tem a oportunidade de dividir o prêmio no final.

A todos os meus amigos do Laboratório de Biologia da Conservação (casa mãe de todos nós), que não citarei nomes em virtude do grande fluxo. Todos foram cruciais nesse processo, tenho certeza que não encontrarei de novo um ambiente de trabalho tão prazeroso. Quero agradecer de forma particular a Raone, pelo suporte no início do mestrado e pelos conselhos e apoio ao longo de todo o processo, a Paulinho, por ser minha mão direita com toda parte de botânica e a Iza, minha *english advisor*.

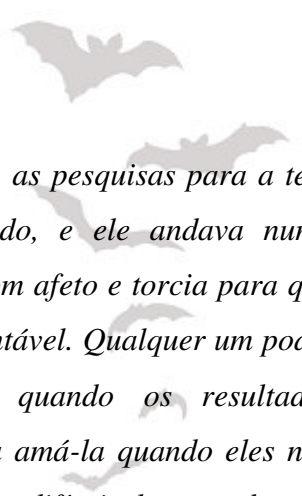
Em nome de todos os professores do PPEC quero agradecer especialmente a profa. Dra. Adriana Bocchiglieri e ao prof. Dr. Alexandre De Siqueira, pelo profissionalismo, prestatividade e mais do que isso, por não serem indiferentes aos problemas “dos mais baixos na hierarquia acadêmica”. Ser sensível as dificuldades que não são suas, e que podem parecer triviais, é uma virtude de poucos. Vocês contribuíram muito para o meu desempenho.

A minha banca de qualificação Dr. Marcos Vinicius Meiado e Dr. Tulio Vinícios Paes Dantas, pelas valiosas correções e sugestões, que foram fundamentais no processo de construção dos resultados que por hora apresento.

A Juliana, secretária do PPEC, por sempre (eu disse sempre) prontamente se dispor a resolver os problemas inerentes a um programa de Pós-graduação.

A CNPq pela concessão da bolsa, projeto: 830126/2011-2, processo: 133874/2015-0.

Certamente não sairei desse mestrado da mesma forma que entrei. A todos os citados, e mesmo os que não citei em virtude do esquecimento, a minha ETERNA GRATIDÃO, devo isso a vocês.



“Após várias tentativas malogradas, as pesquisas para a tese de Dan haviam finalmente decolado, e ele andava numa empolgação que Alice reconhecia com afeto e torcia para que se transformasse numa paixão sustentável. Qualquer um podia deixar-se seduzir pela pesquisa quando os resultados apareciam aos montes. O difícil era amá-la quando eles não vinham e quando as razões disso eram difíceis de aprender. ”.

Lisa Genova

RESUMO

A quiropterocoria tem sido apontada como o meio mais efetivo de dispersão nos trópicos, 549 espécies de plantas neotropicais já foram compiladas em análises de dispersão por morcegos. Entender os processos que interferem na escolha do item a ser disperso, bem como os mecanismos que atuam na efetividade da dispersão de sementes, são etapas imprescindíveis no avanço do entendimento das interações morcego-planta. Esse estudo se propôs a avaliar a ecologia alimentar de um grupo de *Carollia perspicillata*, avaliando também o efeito da endozoocoria da referida espécie e de *Platyrrhinus lineatus* nos padrões de germinação das principais espécies vegetais por elas consumidas. O estudo foi realizado em duas áreas de Mata Atlântica. A primeira, trata-se de um abrigo sob-rocha calcária, habitada por morcegos da espécie *Carollia perspicillata* no município de Laranjeiras-Sergipe. A segunda área, foi o campus da Universidade Federal de Sergipe, que contempla um agrupamento de *Platyrrhinus lineatus* residentes a pelo menos cinco anos. As coletas das fezes para análise da endozoocoria por *P. lineatus* e *C. perspicillata*, e dieta deste último, foram realizadas por meio de lonas plásticas estendidas abaixo dos agrupamentos das respectivas espécies, durante 72 horas/mês no período de um ano. Paralelamente, foram realizadas observações fenológicas. Os testes de germinação foram realizados em condições ambientes e formados por dois tratamentos, um grupo controle e um grupo teste. Cada tratamento foi formado por quatro réplicas, com 400 sementes cada, por espécie. Foi considerado o tempo médio de germinação (TMG), o índice de velocidade da germinação (IVG), a sincronia e a germinabilidade das sementes por tratamento. No tocante a frugivoria, foram obtidas aproximadamente 323.400 sementes, classificadas em 16 espécies e 12 famílias. As espécies sinzoocóricas encontradas representaram a menor parcela da amostra geral de sementes (n=5), que foi predominada por sementes endozoocóricas (n=11). Cinco dessas espécies (*Annona montana*, *Syagrus coronata*, *Senna georgica*, *Aegiphila vitelliniflora* e *Chomelia obtusa*), estão sendo reportadas pela primeira vez na dieta do grupo. As espécies com maiores números de sementes encontradas nos abrigos foram *Piper amalago* (n= 160.594), *Solanum paniculatum* (79.322) e *Maclura tinctoria* (60.691). Embora o número de sementes de *P. amalago* tenha sido consideravelmente maior, não foram observadas diferenças significativas entre o consumo dessas três principais espécies de modo geral, bem como nos distintos períodos do ano. A riqueza de espécies vegetais na dieta, também não diferiu

significativamente entre os períodos do ano. *C. perspicillata* manteve neutro os padrões germinativos da espécie *M. tinctoria*. Em *P. amalago*, a endozococoria também foi neutra para germinabilidade, porém o TMG, o IVG e a Sincronia das sementes do grupo teste foram significativamente menores do que as do grupo controle. À exceção da germinabilidade do grupo teste que foi maior que o controle, os parâmetros germinativos de *S. paniculatum* mantiveram-se neutros. Para *P. lineatus*, à exceção do TMG do teste, que foi significativamente menor que o grupo controle, não foram observadas diferenças significativas para *S. paniculatum*. *C. perspicillata* demonstrou aumentar significativamente a germinabilidade de *S. paniculatum* em relação *P. lineatus*. Os dados desse estudo evidenciam o papel funcional das referidas espécies de morcegos na efetividade da dispersão. Sugere-se a execução de estudos endozocóricos com delineamentos experimentais concisos que contemplem a amplitude de variáveis que podem interferir no processo.

PALAVRAS-CHAVE: interação morcego-planta, dispersão de sementes, delineamento experimental, endozocoria

ABSTRACT

Chiropterocory has been identified as the most effective means of dispersal in the tropics, 549 species of neotropical plants have already been compiled in analyzes of dispersion by bats. Understanding the processes that interfere in the choice of the item to be dispersed, as well as the mechanisms that act on seed dispersal effectiveness, are essential steps in the understanding of the bat-plant interactions. This study aimed to evaluate the food ecology of a group of *Carollia perspicillata*, also evaluating the endozoochory effect of this species and of *Platyrrhinus lineatus* on the germination patterns of the main plant species consumed by them. The study was carried out in two areas of Atlantic Forest. The first one is a limestone under-rock shelter, inhabited by bats of the species *Carollia perspicillata* in the municipality of Laranjeiras-Sergipe. The second area was the campus of the Federal University of Sergipe, which includes a group of *Platyrrhinus lineatus*, residents for at least five years. The fecal sampling for the analysis of endozoochory by *P. lineatus* and *C. perspicillata*, and the analysis of the diet for the latter, were carried out by means of plastic tarpaulins extended below the groupings of the respective species, during 72 hours/month in the period of one year. In parallel, phenological observations were made. The germination tests were performed at

ambient conditions and formed by two treatments, one control group and one test group. Each treatment consisted of four replicates by species with 400 seed each. Mean germination time (MGT), germination speed index (GSI), seed synchrony and germinability were considered. In terms of food ecology, approximately 323,400 seeds were obtained, classified into 16 species and 12 families. The synzoochorous species represented the smallest portion of the general seed sample ($n = 5$), which was predominated by endozoochorous seeds ($n = 11$). Five of these species (*Annona montana*, *Syagrus coronata*, *Senna georgica*, *Aegiphila vitelliniflora* and *Chomelia obtusa*) are being reported for the first time in the group diet. The species with the highest numbers of seeds found in the shelters were *Piper amalago* ($n = 160,594$), *Solanum paniculatum* (79,322) and *Maclura tinctoria* (60,691). Although the number of seeds of *P. amalago* was considerably higher, there were no significant differences between the consumption of these three main species in general nor in the different periods of the year. The richness of plant species in the diet did not differ significantly between the periods of the year. *C. perspicillata* kept the germination patterns of the *M. tinctoria* species neutral. In *P. amalago*, endozoochory was also neutral for germinability, but the MGT, GSI and Synchrony of the seeds of the test group were significantly lower than those in the control group. With the exception of the germinability of the test group that was greater than the control, the germinative parameters of *S. paniculatum* remained neutral. For *P. lineatus*, except for the MGT test, which was significantly lower than the control group, no significant differences were observed for *S. paniculatum*. *C. perspicillata* has been shown to significantly increase the germinability of *S. paniculatum* in relation to *P. lineatus*. The data of this study shows the functional role of these species of bats in the dispersal effectiveness. It is suggested the execution of endozoochory studies with concise experimental designs that contemplate the amplitude of variables that can interfere in the process.

KEY WORDS: bat-plant interaction, seed dispersal, experimental design, endozoochory

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização da Gruta da Janela – Laranjeira/Sergipe onde reside um abrigo permanente de morcegos da espécie <i>C. perspicillata</i>	36
Figura 2. (A) Croqui da Gruta da Janela-Larangeiras/Sergipe (Fonte: Centro da Terra); (B) agrupamento de <i>Carollia perspicillata</i> ; (C) lona plástica para coleta de sementes disposta logo abaixo do agrupamento de <i>Carollia perspicillata</i> . A estrela representa a localização do agrupamento na cavidade.	37
Figura 3. Média histórica de precipitação dos últimos dez anos do município de Laranjeiras - Sergipe. Os valores de 2016 representam o total mensal disponível pelo CPTEC/INPE-2016.	38
Figura 4. Espécies vegetais encontradas na dieta de <i>C. perspicillata</i> na Gruta da Janela durante o ano de 2016. A,A'- <i>Annona montana</i> Macfad; B- <i>Philodendron</i> sp.; C,C'- <i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.; D,D'- <i>Senna georgica</i> H.S.Irwin e Barneby; E,E' <i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S. Irwin e Barneby; F,F'- <i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.; G,G'- <i>Aegiphila vitelliniflora</i> Walp.; H,H'- <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.; I,I'- <i>Psidium guineense</i> Sw.; J,J'- <i>Piper amalago</i> L.; K,K'- <i>Chomelia obtusa</i> Cham. e Schltdl.; M- <i>Solanum asperum</i> L.C.Rich.; L,L'- <i>Solanum caavurana</i> Vell.; N,N'- <i>Solanum paniculatum</i> L.; O- <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul; P-Sp.....	41
Figura 5. Curva de acumulação das espécies vegetais consumidas por <i>Carollia perspicillata</i> durante o período de doze meses, na Gruta da Janela - Laranjeiras/Sergipe. Linhas tracejadas correspondem ao valor de espécies estimado pelo índice de Jackknife 1.	42
Figura 6. Riqueza mensal de espécies vegetais consumidas por morcegos <i>Carollia perspicillata</i> na Gruta da Janela-Laranjeiras/Sergipe, durante o ano de 2016.	42
Figura 7. Representação gráfica dos dois primeiros eixos do NMDS, mostrando não haver diferença na composição da dieta de <i>Carollia perspicillata</i> entre os períodos seco (círculos verdes) e chuvoso (círculos verdes).....	43
Figura 8. FCI mensal das espécies que compuseram a dieta de <i>C. perspicillata</i> com frequência de ocorrência > 30% durante o ano de 2016 e disponibilidade de frutificação (F) das três espécies mais consumidas.	47
Figura 9. Importância relativa das espécies vegetais encontradas na dieta de um grupo de <i>C. perspicillata</i> no período de um ano em Laranjeiras/Sergipe, com frequência de ocorrência > 30%.....	49

Figura 10. Localização dos estudos de dieta de <i>C. perspicillata</i> na América do Sul. As informações correspondentes aos números estão disponíveis na Tabela 3. A estrela azul representa a localidade do presente estudo.....	52
Figura 11. Gruta da Janela- utilizada como abrigo permanente por colônias de <i>Carollia perspicillata</i> e <i>Glossophaga soricina</i> , localizada no povoado Machado, município de Laranjeiras/Sergipe-Brasil.....	70
Figura 12. Localização geográfica da Gruta da Janela-Laranjeiras e da Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, Sergipe, onde foi estudado um agrupamento de <i>C. perspicillata</i> e <i>Platyrrhinus lineatus</i> , respectivamente.	71
Figura 13. Agrupamento de <i>Carollia perspicillata</i> (A) e <i>Platyrrhinus lineatus</i> (C) e lona plástica para coleta de sementes nos abrigos (B, D), localizados na Gruta da Janela, Laranjeira, e Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, respectivamente.	72
Figura 14. Experimento de germinação de espécies pioneiras em condições ambientes.	73
Figura 15. Visualização de estruturas da espécie <i>Piper amalago</i> observadas diariamente para análise de teste de germinação.....	75
Figura 16. Germinabilidade (%) de sementes de <i>Maclura tinctoria</i> consumidas por <i>Carollia perspicillata</i> e colocadas para germinar em condições ambiente.Linha tracejada indica a germinabilidade do controle (GERM C) e a linha contínua a do Teste (GERM T).	76
Figura 17. Germinabilidade (%) de sementes de <i>Piper amalago</i> consumidas por <i>Carollia perspicillata</i> e colocadas para germinar em condições ambiente. Índices do grupo Controle (C) e Teste (T).	77
Figura 18. Porcentagem de germinação de sementes de <i>Solanum paniculatum</i> antes (controle = CT) e depois da passagem pelo sistema digestivo de <i>Carollia perspicillata</i> (CP) e <i>Platyrrhinus lineatus</i> (PL).As médias foram representadas por linhas horizontais dentro dos boxplot. Outliers foram ilustrados em forma de pontos.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Espécies vegetais consumidas por <i>C. perspicillata</i> na Gruta da Janela-Laranjeiras, Sergipe durante o ano de 2016, com informações sobre a ecologia das espécies, representatividade, frequência e FCI.....	45
Tabela 2. Porcentagens mensais e valor bruto das espécies (sementes) coletadas por intermédio de lona plástica estendidas abaixo de um grupo <i>C. perspicillata</i> de hábito cavernícola, durante o ano de 2016.	46
Tabela 3. Riqueza vegetal encontrada na dieta de <i>C. perspicillata</i> em estudos da América do Sul e pontos de localização. ¹ Compilação de dados de três expedições no período de 1999-2006 em diferentes áreas da G. F.	51
Tabela 4. Lista de espécies de morcegos com as respectivas espécies de sementes a serem testadas.	71
Tabela 5. Tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), índice de sincronização e germinabilidade de sementes de <i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don. ex Steud (Moraceae) consumidas por <i>Carollia perspicillata</i> e colocadas para germinar em condições ambientes.....	76
Tabela 6. Tempo médio de germinação, velocidade média de germinação (IVG), índice de sincronização e germinabilidade de sementes de <i>Piper amalago</i> consumidas por <i>Carollia perspicillata</i>	77
Tabela 7. Tempo médio de germinação, velocidade média de germinação (IVG), índice de sincronização e germinabilidade de sementes de <i>Solanum paniculatum</i> consumidas por <i>C. perspicillata</i> e <i>P. lineatus</i>	78

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	18
REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO 1: Ecologia alimentar de <i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758) (Phyllostomidae: Carollinae) em um fragmento de Mata Atlântica no Centro-leste do Estado de Sergipe	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT	32
1. INTRODUÇÃO	33
2. OBJETIVOS	35
2.1 Objetivo geral	35
2.2 Objetivos específicos	35
3. MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1 Área de estudo	35
3.2 Coleta, Triagem e Identificação dos Itens	36
3.3 Observações Fenológicas.....	37
3.4 Análises.....	38
4. RESULTADOS	40
5. DISCUSSÃO	50
6. CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO 2: Padrões germinativos de sementes de espécies pioneiras após passagem pelo sistema digestivo de morcegos (Chiroptera: Phyllostomidae)	65
RESUMO.....	65
ABSTRACT	66
1. INTRODUÇÃO	67
2. OBJETIVOS	69
2.1 Objetivo geral	69

2.2 Objetivos Específicos	69
3. HIPÓTESES	69
4. MATERIAL E MÉTODOS	69
4.1. Área de estudo	69
4.2. Desenho experimental.....	71
4.3. Coleta de dados	72
4.4. Experimentos de germinação	73
4.5. Análise	74
5. RESULTADOS	75
6. DISCUSSÃO	79
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
8. CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS	85
ANEXOS	91

INTRODUÇÃO GERAL

Pertencentes à ordem Chiroptera, os morcegos compõem o segundo grupo mais diverso da classe Mammalia, representado por 18 famílias, 202 gêneros e 1.232 espécies conhecidas em todo mundo (Kunz et al. 2011). A maior diversidade da ordem concentra-se na região neotropical (Schipper et al. 2008), o Brasil é o segundo país mais ricos em espécies de morcegos (Alberico et al. 2000). Até o momento foram descritas para o Estado 182 espécies, distribuídas em nove famílias e 68 gêneros (Feijó et al. 2015; Gregorin et al. 2016; Moratelli e Dias 2015; Nogueira et al. 2014; Rocha et al. 2015), que representam cerca de 15% das espécies conhecidas no mundo.

A diversidade de espécies em Chiroptera, reflete na amplitude de guildas alimentares existente no grupo (Fleming 1988; Nogueira e Peracchi 2008). A heterogeneidade de hábitos alimentares por sua vez, permite que os morcegos tenham uma vasta diversidade funcional, tornando-os fundamentais na prestação de serviços ecossistêmicos, visto a inerente atuação do grupo no controle de populações de insetos e pequenos vertebrados, na importação de matéria orgânica, na contribuição do aporte energético, na polinização, na dispersão de sementes e na estrutura da comunidade (Bredt et al. 2012; Dumont 2003; Lobova et al. 2009; Kunz et al. 2011; Nogueira e Peracchi 2008).

Nos trópicos a dispersão se configura como um processo dinâmico, de benefício mútuo e que possui ampla influência na comunidade (Fleming 1988; Kunz et al. 2011; Muscarella e Fleming 2007). Em virtude da funcionalidade do processo dispersivo, algumas hipóteses foram desenvolvidas, na tentativa de agrupar os benefícios advindos do referido processo, em cima do gasto energético que a planta dispende. A primeira delas, a hipótese do escape, justifica que a planta é beneficiada porque uma maior distância da semente para a planta mãe garantirá uma maior probabilidade de recrutamento (permanência) da plântula (Howe e Smallwood 1982).

Essa teoria é embasada nos princípios da densidade populacional, que se fundamenta na premissa de que um número maior de indivíduos próximos, acarretará em uma maior competição por recursos, bem como, toda população ficará mais suscetível a ataques ou predações (Harms et al. 2000). A segunda, a hipótese da colonização (Brokaw 1985; Howe e Smallwood 1982), evidencia o eficiente papel dos animais como dispersores. Demonstrando que os agentes dispersivos são responsáveis por depositar as sementes em diferentes locais longe da planta mãe, colonizando novos

ambientes. Essa hipótese atualmente, é diretamente vinculada a estudos de sucessão ecológica e reflorestamento (Bredt et al. 2012; Galindo-González 1998; García et al. 2000; Gorchov et al. 1993; Jacomassa e Pizo 2010). A terceira hipótese vai mais além do que propor a fuga das sementes e a colonização de novas áreas (Wenny 2001), a hipótese da dispersão dirigida (Howe e Smallwood 1982; Howe 1986), postula que a dispersão permite a chegada da semente em conjuntos não-aleatórios em ambientes com recursos, garantindo sua sobrevivência.

Aproximadamente 80% das plantas neotropicais possuem frutos com características zoocóricas (Howe e Smallwood 1982). Essa propriedade proporcionou o envolvimento de diferentes grupos no processo de dispersão de sementes (Fleming 1979). Porém, o processo é predominantemente realizado por aves e morcegos (Figueroa e Castro 2002; Galindo-Gonzales et al. 2000), com um enfoque de pesquisa consideravelmente maior para o primeiro grupo (Barnea e Friedman 1991; Francisco e Galleti 2001). Mello et al. (2011) observaram que aves e morcegos se alimentam de um número similar de plantas, porém com composição significativamente diferente. Corroborando assim com a hipótese de síndrome de Van der Pijl (1957) que definiu as características e agrupou em dois modelos as distinções entre frutos dispersos por aves e morcegos. Dentre as distinções feitas pelo autor, se destaca a cor dos frutos, preferivelmente marcantes para aves e opacas para morcegos.

Aves e morcegos diferem ainda ecologicamente no que se refere a funcionalidade dispersiva. Aves geralmente defecam enquanto empoleiradas (Charles-Dominique 1986). Esse hábito acaba por impedir a semente de participar de uma série de processos, inclusive de não poder realizar o “escape” de seus congêneres (Howe e Smallwood 1982). Diferentes de morcegos, que possuem o hábito de defecar em voo (Charles-Dominique 1986), transportando, conseqüentemente, um grande número de sementes (Fleming 1988; Heithaus 1982; Lima et al. 2016; Lobo et al. 2009; Mello e Passos 2008). Além de transpassarem feições geográficas que atuariam como barreira para outros mamíferos (Bernard e Fenton 2003).

A associação dessas características faz com que os morcegos frugívoros sejam considerados os mais eficientes dispersores de sementes (Brusco e Tozato 2009). Para se ter uma ideia, Lobo et al. (2009) compilaram uma lista de 549 espécies de plantas neotropicais (representando 191 gêneros distribuídos em 62 famílias) que são dispersas por quiropterocoria (Van der Pijl 1957). Esse processo se configura como uma relação de benefício mútuo (Bastolla et al. 2009), no qual a planta se beneficia, pelos motivos

previamente mencionados e o morcego, obtêm parte dos nutrientes necessários à sua dieta (Batista et al. 2016; Orr et al. 2016).

Alguns morcegos frugívoros possuem uma dieta baseada em frutos de espécies vegetais pioneiras das famílias Urticaceae Juss, Piperaceae Giseke, Moraceae Gaudich e Solanaceae A. Juss, por exemplo (Fleming 1988; Lobova et al. 2009; Mello 2002; Sato et al. 2008; Uieda e Vasconcelos-Neto 1985; Wendeln et al. 2000). Essas famílias são responsáveis pelo importante processo de colonização de áreas abertas e perturbadas (Bredt et al. 2012; Tabarelli e Mantovani 1999). A Família Solanaceae possui distribuição cosmopolita, formada por 150 gêneros e 3.000 espécies (Souza e Lorenzi 2008). No Brasil ocorrem 33 gêneros e 471 espécies (Stehmann et al. 2015). O gênero *Solanum* L., o maior da família, é amplamente disperso por morcegos frugívoros (Lobova et al. 2009).

A Família Urticaceae possui ampla distribuição mundial, sendo formada por 50 gêneros e 1.200 espécies (Souza e Lorenzi 2008). No Brasil ocorrem 13 gêneros e 102 espécies, distribuídas em todas as regiões (Romaniuc-Neto e Gaglioti 2015; Treiber et al. 2016). O gênero *Cecropia* Loefl. ganha destaque no Estado por ser considerado um recurso chave para frugívoros (Lobova et al. 2009). As espécies possuem tempo de estocagem das sementes variável, sendo capazes de germinar mesmo depois de quatro ou cinco anos de quiescência (Charles-Dominique 1986). A família Piperaceae abrange quatro gêneros no Brasil (Guimarães et al. 2015), os gêneros *Peperomia* Ruiz e Pav. e *Piper* L., se destacam pelo número de espécies, sendo observadas em média duas e três mil espécies, respectivamente (Cronquist 1981 apud Ruschel 2004). O gênero *Piper*, tem suas plantas dispersas principalmente por morcegos frugívoros, sendo considerado um importante recurso alimentar para esses animais (Fleming 1979; Lobova et al. 2009).

Moraceae é uma família nativa do território brasileiro, mas não endêmica, com distribuição predominantemente tropical (Romaniuc-Neto et al. 2015). No Brasil ocorrem cerca de 28 gêneros e 340 espécies, com estrutura que variam de grandes árvores a pequenos arbustos (Barroso et al. 2002). O gênero *Ficus* L. (Moraceae), é um dos mais difundidos na frugivoria por morcegos (Heer et al. 2010; Mikich 2002), embora o consumo de outros, como *Maclura* Nutt. seja mencionado (Munin et al. 2011; Tang et al. 2007; Tang et al. 2008).

Morcegos frugívoros, principalmente das Subfamílias Carollinae e Stenodermatinae, são citados na literatura como generalista ou com uma dieta

direcionada preferencialmente a gêneros específicos de plantas (Fleming 1988; Giannini e Kalko 2004; Mello 2002; Mello et al. 2004). Por exemplo, morcegos do gênero *Carollia* Gray, 1838 são incluídos no grupo dos especialistas em *Piper* (Mello 2002), bem como os *Sturnira* Gray, 1838 em frutos do gênero *Solanum* L. (Marinho-Filho 1991). O gênero *Artibeus* Leach, 1821, ainda não é aceito como especialista, porém, sugere-se que essa relação também seja discutida para o grupo, visto que estudos relatam sua preferência por frutos de *Ficus* L. responsáveis, em alguns casos, por mais de 60% da sua dieta (e.g. Mikich 2002). Morcegos do gênero *Platyrrhinus* Saussure, 1860 possuem uma dieta formada principalmente por frutos de *Cecropia* Trécul, 1847 (Sato et al. 2008).

Embora se proponha a preferência de algumas espécies de morcegos por um dado gênero vegetal, essa escolha pode ser alterada por alguns fatores, dentre eles a sazonalidade (Fleming 1979;1988; Thies e Kalko 2004). Populações de morcegos podem realizar movimentos migratórios em busca de recursos, em virtude da escassez destes em uma dada localidade (Cryan 2003; Fleming 2005; Pedro e Taddei 2002). Tal fato remete a ideia de que a dieta de uma espécie pode não estar sendo formada somente pela preferência a um determinado item, pois a frequência de consumo deste na dieta pode ser modificada a depender da oferta no ambiente (Mello 2013; Mello et al. 2004; Ricardo 2013).

Mais além, observa-se que essa configuração da dieta, na qual a semente é dispersa em detrimento do consumo da polpa, pode atuar na efetividade dos processos dispersivos (Schupper et al. 2010). Porém, ainda é uma incógnita se a contribuição da quiropterochoria realizada por mecanismo de endozocoria, vai além do transporte (Traveset 1988). Nesse sentido, alguns estudos avaliaram se as sementes dispersas por endozocoria podem ter seu padrão germinativo alterado (Sato et al. 2008; Tang et al. 2007; Traveset 1998). A semente, ao passar pelo aparelho digestivo dos morcegos pode sofrer uma série de processos positivos à germinação (Lopez e Vaughan 2004), que é um processo qualitativo vinculado à eficácia da dispersão (Schupp et al. 2010). Porém, as respostas a essa pergunta ainda são consideradas incipientes (Ranal e Santana 2006).

Nessa perspectiva, observa-se que o estudo das interações de mutualismo morcego-plantas, incluindo a ecologia alimentar e a capacidade de germinação das sementes após passagem pelo sistema digestivo, são etapas indispensáveis para a compreensão das interações existentes entre os grupos (Jordano et al. 2006; Mello 2009;

Thies e Kalko 2004; Traveset 1998). Ressalva-se serem esses processos considerados estratégias base para a realização de planos de conservação (Brusco e Tozato 2009).

De forma que a necessidade de estudos que investiguem a frugivoria por morcegos, considerando as peculiaridades inerentes aos diversos aspectos desse processo tornou-se irrefutável (Brusco e Tozato 2009). Muito embora sejam crescentes os estudos que se propuseram a avaliar as interações morcego-planta, utilizando novas abordagens e tecnologias, a fim de proporcionar resultados mais fidedignos (Carvalho 2008; Fleming 2005; Mayes e Dove 2000; Mello 2013; Mello et al. 2011; Orr et al. 2016; Ricardo 2013; Rocha et al. 2016).

Diante do exposto, este estudo se propôs a ampliar o conhecimento sobre a contribuição ecológica de duas espécies de morcegos filostomídeos, *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) e *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810). O estudo foi dividido em dois capítulos. O primeiro, intitulado “Ecologia alimentar de *Carollia perspicillata* Linnaeus, 1758 (Phyllostomidae: Carolinae) em um fragmento de Mata Atlântica no Centro-leste do Estado de Sergipe”, teve por proposta principal identificar os itens alimentares consumidos pela espécie, avaliando possíveis mudanças temporais na dieta e os padrões de disponibilidade e consumo. O segundo capítulo, intitulado “Padrões germinativos de sementes de espécies pioneiras após passagem pelo sistema digestivo de morcegos (Chiroptera: Phyllostomidae)”, teve como objetivo avaliar o efeito da endozoocoria de *Carollia perspicillata* e *Platyrrhinus lineatus* nos padrões de germinação das principais espécies por eles consumidas. Mais além, discutiu-se a minimização do viés metodológico no delineamento experimental, e, apresentou-se, em forma de anexo, informações inéditas sobre folivoria praticada pela espécie *Carollia perspicillata*. Esperou-se com este estudo, gerar um conjunto de dados úteis na ajuda para elucidação de questões referentes a relações existentes entre plantas e morcegos frugívoros.

REFERÊNCIAS

- Alberico, M.; A. Cadena; J. Hernández-Camacho; Y. Muñoz-Saba. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(1): 43-75.
- Barnea, A.; Y. Yom-Tov; J. Friedman. 1991. Does ingestion by birds affect seed germination? *Functional Ecology* 5(3): 394-402.
- Barroso, G. M.; A. L. Peixoto; C. L. F. Ichaso; E. F. Guimarães; C. G. Costa. 2002. Sistemática de angiospermas do Brasil. 2ª Edição. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 309p.
- Bastolla, U.; Fortuna, M. A.; Pascual-García, A.; Ferrera, A.; Luque, B.; Bascompte, J. 2009. The architecture of mutualistic networks minimizes competition and increases biodiversity. *Nature* 458(7241):1018-1020.
- Batista, C. B.; N. R. Reis; M. I. Rezende. 2016. Nutritional content of bat-consumed fruits in a forest fragment in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 92(1):1-7.
- Bernard, E. e M. B. Fenton. 2003. Bat mobility and roosts in a fragmented landscape in central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 35(2): 262-277.
- Bredt, A.; W. Uieda; W. A. Pedro. 2012. Plantas e Morcegos, na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília, 273p.
- Brokaw, N. V. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66(3): 682-687.
- Brusco, A. R. e H. C. Tozato. 2009. Frugivoria na dieta de *Artibeus lituratus* Olfers, 1818 (Chiroptera, Phyllostomidae) no Parque do Ingá, Maringá, PR. *Revista FAP Ciência* 2(3): 19-29.
- Carvalho, M. C. 2008. Frugivoria por morcegos em Floresta Estacional Semidecídua: dieta, riqueza de espécies e germinação de sementes após passagem pelo sistema digestivo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, 89p.

- Charles-Dominique, P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana, 119-135. In: A. Estrada e T. H. Fleming (Eds). Frugivores and seed dispersal. Springer Netherlands, Dordrecht, 392p.
- Cryan, P. M. 2003. Seasonal distribution of migratory tree bats (*Lasiurus* and *Lasionycteris*) in North America. *Journal of Mammalogy* 84(2): 579-93.
- Dumont, E. R. 2003. Bats and fruit: an ecomorphological approach. In: T. H. Kunz e M. B. Fenton (Eds). *Bat Ecology*. The University of Chicago, Chicago, IL. pp. 398-429.
- Feijó, J. A.; P. A. Rocha; S. L. Althoff. 2015. New species of *Histiotus* (Chiroptera: Vespertilionidae) from northeastern Brazil. *Zootaxa* 4048(3): 412-427.
- Figuerola, J. A. e Castro, S. A. 2002. Effects of bird ingestion on seed germination of four woody species of the temperate rainforest of Chiloé island, Chile. *Plant ecology*, 160(1): 17-23.
- Fleming, T. H. 1979. Do tropical frugivores compete for food? *American Zoologist* 19(4): 1157-1172.
- Fleming, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*. University of Chicago Press, Chicago, IL. 65p.
- Fleming, T. H. 2005. The relationship between species richness of vertebrate mutualists and their food plants in tropical and subtropical communities differs among hemispheres. *Oikos* 111(3): 556-562.
- Francisco, M. R. e M. Galetti. 2001. Frugivoria e dispersão de sementes de *Rapanea lancifolia* (Myrsinaceae) por aves numa área de cerrado do Estado de São Paulo, sudeste do Brasil. *Ararajuba* 9(1): 13-19.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana* 73: 57-74.

- Galindo-González, J. e S. Guevara; V. J. Sosa. 2000. Bat-and bird-generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation biology* 14(6), 1693-1703.
- Garcia, Q. S.; J. L. Rezende; L. Aguiar. 2000. Seed dispersal by bats in a disturbed area of Southeastern Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 48(1): 125-128.
- Giannini, N. P. e E. K. Kalko. 2004. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. *Oikos* 105(2): 209-220.
- Gorchov, D. L.; F. Cornejo; C. Ascorra; M. Jaramillo. 1993. The role of seed dispersal in the natural regeneration of the rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetatio* 107(1): 39-334.
- Gregorin, R.; L. M.; Acosta, L. H.; Vasconcellos, K. L.; Poma, J. L.; Santos, F. R.; Paca, R. C. 2016. A new species of *Eumops* (Chiroptera: Molossidae) from southeastern Brazil and Bolivia. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 81(3): 235-246.
- Guimarães, E. F.; M. Carvalho-Silva; D. Monteiro; E. S. Medeiros; G. A. Queiroz. 2015. Piperaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB190>>.
- Harms, K. E.; S. J. Wright; O. Calderón; A. Hernández; E. A. Herre. 2000. Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. *Nature*, 404(6777): 493-495.
- Heer, K.; L. Albrecht; E. K.V. Kalko. 2010. Effects of ingestion by neotropical bats on germination parameters of native free-standing and strangler figs (*Ficus* sp., Moraceae). *Oecologia* 163(2): 425-435.
- Heithaus, E. R. 1982. Coevolution between Bats and Plants. In: T. H. Kunz (Ed). *Ecology of Bats*. Plenum Press, New York, p. 327-367.
- Howe, H. F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In: D. R. Murray (Ed). *Seed dispersal*. Academic Press, New York, p. 123-189.
- Howe, H. F. e J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics* 13(1): 201-228.

- Jacomassa, F. A. F. e M. A. Pizo. 2010. Birds and bats diverge in the qualitative and quantitative components of seed dispersal of a pioneer tree. *Acta Oecologica* 36(5): 493-496.
- Jordano, P.; M. Galetti; M. A. Pizo; W. R. Silva. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: C. F. Duarte; H. G. Bergallo; M. A. S. Alves; M. V. Sluys (Eds). *Biologia da conservação: essências*. Editora Rima, São Paulo, p. 411-436.
- Kunz, T. H.; E. Braun de Torrez; D. Bauer; T. Lobova; T. H. Fleming. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223(1):1-38.
- Lima, I. P., M. R. Nogueira; L. R. Monteiro; A. L. Peracchi. 2016. Frugivoria e dispersão de sementes por morcegos na Reserva Natural Vale, Sudeste do Brasil. In: S. G. Rolin; L. F. T. Menezes; A. C. Srbek-Araujo. *Floresta Atlântica de Tabuleiro: Diversidade e Endemismo na Reserva Natural Vale*, p. 353-373.
- Lobova, T. A.; C. K. Geiselman; S. A. Mori. 2009. Seed Dispersal by Bats in the Neotropics. *The New York Botanical Garden Press*, New York, 471p.
- Lopez, J. E. e C. Vaughan. 2004. Observations on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rican secondary humid forests. *Acta chiropterologica* 6(1): 111-119.
- 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.
- Mayes, R. W. e H. Dove. 2000. Measurement of dietary nutrient intake in free-ranging mammalian herbivores. *Nutrition Research Reviews* 13(1): 107-138.
- Mello, M. A. R. 2002. Interações entre o morcego *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas do gênero *Piper* (Linnaeus, 1737) (Piperales: Piperaceae) em uma área de Mata Atlântica. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Mello, M. A. R. 2009. Temporal variation in the organization of a Neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Oecologica*, 35(2): 280-286.

- Mello, M. A. R.; G. M. Schittini; P. Selig; H. G. Bergallo. 2004. Seasonal variation in the diet of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an Atlantic Forest area in southeastern Brazil. *Mammalia* 68(1): 49-55.
- Mello, M. A. R.; F. M. D. Marquitti; P. R. Guimarães Jr; E. K. V. Kalko; P. Jordano; M. A. M. Aguiar. 2011. The missing part of seed dispersal networks: structure and robustness of bat-fruit interactions. *PLoS One* 6(2): e17395.
- Mello, M. A. R. e F. C. Passos. 2008. Frugivoria em morcegos brasileiros. In: S. M. Pacheco; V. Marques; C. E. L. Esbérard (ed). *Morcegos do Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação*. Armazém Digital, pp223-229.
- Mello, R. D. M. 2013. Morcegos (Chiroptera: Phyllostomidae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais – Brasil: Composição da Assembléia e Frugivoria. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 93p.
- Mikich, 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.
- Moratelli, R.; D. Dias. 2015. A new species of nectar-feeding bat, genus *Lonchophylla*, from the Caatinga of Brazil (Chiroptera, Phyllostomidae). *ZooKeys* 514: 73-91.
- Munin, R. L.; P. C. Costa; E. Fischer. 2011. Differential ingestion of fig seeds by a Neotropical bat, *Platyrrhinus lineatus*. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 76(6), 772-774.
- Muscarella, R.; T. H. Fleming. 2007. The rule of frugivorous bats in Tropical Forest Succession. *Biological Reviews* 82(4): 573-590.
- Nogueira, M. R. e A. L. Peracchi. 2008. Folivoria e granivoria em morcegos neotropicais. In: Pacheco, S. M.; Marques, R. V.; Esbérard, C. E. L. (Orgs). *Morcegos do Brasil: Biologia, Ecologia e Conservação de Morcegos Neotropicais*. no prelo, 25p.
- Nogueira, M. R.; I. P. Lima; R. Moratelli; V. C. Tavares; R. Gregorin; A. L. Peracchi. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List* 10(4), 808-821.

Orr, T. J.; J. Ortega; R. A. Medellín; C. D. Sánchez; K. A. Hammond. 2016. Diet choice in frugivorous bats: gourmets or operational pragmatists? *Journal of Mammalogy* 97(6): 1578-1588.

Pedro, W. A. e V. A. Taddei. 2002. Temporal distribution of five bat species (Chiroptera, Phyllostomidae) from Panga Reserve, south-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(3): 951-954.

Ranal, M. A. e D. G. D. Santana. 2006. How and why to measure the germination process? *Brazilian Journal of Botany* 29(1): 1-11.

Ricardo, M. C. D. C. 2013. Germinação de sementes e importância relativa da qualidade, disponibilidade e morfologia de frutos na dieta de *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, 105p.

Rocha, P. A.; M. V. Brandão; G. S. T. E. Garbino; I. N. Cunha. 2015. First record of Salvin's big-eyed bat *Chiroderma salvini* Dobson, 1878 for Brazil. *Mammalia* 80(5): 573-578.

Rocha, P. A.; A. S. Pereira; S. M. Silvestre; J. P. Santana; R. Beltrão-Mendes; M. Zortea; S. F. Ferrari. 2016. Consumption of leaves by *Platyrrhinus lineatus* (Chiroptera, Stenodermatinae): are these bats primarily frugivorous or broadly phytophagous? *Zoology (Jena)* 119: 1-5.

Romaniuc-Neto, S.; J. P. P. Carauta; M. D. M. Vianna-Filho; R. A. S. Pereira; J. E. L. S. Ribeiro; A. F. P. Machado; A. Santos; G. Pelissari; L. Pederneiras. C. 2015. Moraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB167>>.

Romaniuc-Neto, S.; A. L. Gaglioti. 2015. Urticaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB243>>.

Ruschel, D. 2004. O Gênero *Piper* (Piperaceae) no Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 105p.

- Sato, T. M.; F. D. C. Passos; A. C. Nogueira. 2008. Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. *Papéis Avulsos de Zoologia* (São Paulo) 48(3): 19-26.
- Schipper, J.; Chanson, J.S.; Chiozza, F. et al. 2008 The status of the world's land and marine mammals: diversity, threat, and knowledge. *Science* 322(5888): 225–230.
- Schupp, E. W.; P. Jordano; J. M. Gómez. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist* (Print) 188(2): 333-353
- Souza, V. C. e H. Lorenzi. 2008. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II*. 2ª ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 704p.
- Stehmann, J. R.; L. A. Mentz; M. F. Agra; M. Vignoli-Silva; L. Giacomini; I. M. C. Rodrigues. 2015. Solanaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB225>>.
- Tabarelli, M. e W. Mantovani. 1999. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima (São Paulo-Brasil). *Revista Brasileira de Biologia* 59(2): 239-250.
- Tang, Z. H.; M. Cao; L. X. Sheng; X. F. Ma; A. Walsh; S. Y. Zhang. 2008. Seed dispersal of *Morus macroura* (Moraceae) by two frugivorous bats in Xishuangbanna, SW China. *Biotropica* 40(1): 127-131.
- Tang, Z.; A. Mukherjee; L. Sheng; M. Cao; B. Liang; R. T. Corlett; S. Zhang. 2007. Effect of ingestion by two frugivorous bat species on the seed germination of *Ficus racemosa* and *F. hispida* (Moraceae). *Journal of Tropical Ecology* 23: 125-127.
- Thies, W. e E. K. Kalko. 2004. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short-tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos* 104(2): 362-376.
- Traveset, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. *Perspectives in Plant ecology, evolution and systematics* 1(2): 151-190.

Treiber, E. L.; A. L. Gaglioti; S. Romaniuc-Neto; S. Madriñán; G. D. Weiblen. 2016. Phylogeny of the Cecropieae (Urticaceae) and the Evolution of an Ant-Plant Mutualism. *Systematic Botany* 41(1): 56-66.

Uieda, W.e J. Vasconcellos-Neto. 1985. Dispersão de *Solanum* spp. (Solanaceae) por morcegos, na região de Manaus, AM, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 2(7): 449-458.

Van der Pijl, L. 1957. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). *Plant Biology* 6(3): 291-315.

Wendeln, M. C.; J. R. Runkle; E. V. K. Kalko. 2000. Nutritional values of 14 figs species and bat feeding preferences in Panama. *Biotropica* 32(3): 489-501.

Wenny, D. G. 2001. Advantages of seed dispersal: a re-evaluation of directed dispersal. *Evolutionary Ecology Research* 3(1): 37-50.

CAPÍTULO 1: Ecologia alimentar de *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Phyllostomidae: Carollinae) em um fragmento de Mata Atlântica no Centro-leste do Estado de Sergipe

RESUMO

Nos trópicos 549 espécies de plantas neotropicais já foram registradas em análises de dispersão por morcegos. Essa caracterização da dieta associada a compreensão dos processos que podem interferir na disponibilidade e na escolha do item alimentar, são ferramentas fundamentais para o entendimento da ecologia de uma espécie. Diante disto, esse estudo se propôs a avaliar a ecologia alimentar de um grupo de *Carollia perspicillata*. O estudo foi realizado em uma área de Mata Atlântica no município de Laranjeiras-Sergipe, que contempla um abrigo sob-rocha calcária, conhecida como Gruta da Janela, onde habita um agrupamento de *C. perspicillata*. As coletas das fezes para análise da dieta foram realizadas por meio de duas lonas plásticas estendidas abaixo do agrupamento, durante 72 horas/mês no período de um ano. Paralelamente, foram realizadas observações fenológicas. Foram obtidas aproximadamente 323.400 sementes, classificadas em 16 espécies e 12 famílias. As espécies sinzoocóricas encontradas representaram a menor parcela da amostra geral de sementes (S=5), que foi predominada por sementes endozoocóricas (S=11). Cinco dessas espécies (*Annona montana*, *Syagrus coronata*, *Senna georgica*, *Aegiphila vitelliniflora* e *Chomelia obtusa*), estão sendo reportadas pela primeira vez na dieta do grupo. As espécies com maiores números de sementes encontradas nos abrigos foram *Piper amalago* (n=160.594), *Solanum paniculatum* (79.322) e *Maclura tinctoria* (60.691). Embora o número de sementes de *P. amalago* tenha sido consideravelmente maior, não foram observadas diferenças significativas entre o consumo dessas três principais espécies de modo geral, bem como nos distintos períodos do ano. Não foram observadas diferenças significativas na abundância das sementes e na riqueza das espécies da dieta entre os períodos. A associação dos dados de oferta de recurso e consumo, não demonstraram um padrão claro de preferência alimentar, a dieta foi formada principalmente pela disponibilidade do recurso. Essa informação pode ser resultado de características locais, como a baixa diversidade do gênero *Piper*, característica comum a maioria das áreas naturais do estado de Sergipe.

PALAVRAS-CHAVE: sementes endozoocóricas, fenologia, preferencia alimentar, dispersão, disponibilidade de recurso

Food ecology of *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Phyllostomidae: Carollinae) in a fragment of Atlantic Forest in the central-eastern part of the State of Sergipe

ABSTRACT

In the tropics 549 species of neotropical plants have already been recorded in bat, dispersion analyzes. This dietary characterization associated with the understanding of the processes that may interfere in the availability and choice of the food item are fundamental tools for the understanding of a species' ecology. In view of this, this study aimed to evaluate the food ecology of a group of *Carollia perspicillata*. The study was carried out in an area of Atlantic Forest in the municipality of Laranjeiras-Sergipe, in limestone under-rock shelter known as *Gruta da Janela*, where a group of *C. perspicillata* inhabits. Stool samples for diet analysis were carried out by means of two plastic tarpaulins extended below the colony for 72 hours/month in a one-year period. At the same time, phenological observations were made. Approximately 323,400 seeds were obtained and classified into 16 species within 12 families. The synzoochory represented the smallest portion of the general seed sample ($S = 5$), which was predominated by endozoochorous seeds ($S = 11$). Five of these species (*Annona montana*, *Syagrus coronata*, *Senna georgica*, *Aegiphila vitelliniflora* and *Chomelia obtusa*) are being reported for the first time in the group diet. The species with the highest numbers of seeds found in the shelters were *Piper amalago* ($n = 160,594$), *Solanum paniculatum* (79,322) and *Maclura tinctoria* (60,691). Although the number of seeds of *P. amalago* was considerably higher, in general, there were no significant differences between the consumption of these three main species, as well as in the different periods of the year. There were no significant differences observed in the abundance of the seeds and the richness of the species between the periods. The association of data on resource supply and consumption, did not demonstrate a clear pattern of food preference, the diet was dictated mainly by the availability of the resource. This information may be the result of local characteristics, such as the low diversity of the genus *Piper*, a characteristic common to most natural areas in the state of Sergipe.

KEY WORDS: endozoochorous seeds, phenology, food preference, dispersion, resource availability

1. INTRODUÇÃO

A compreensão dos mecanismos que subsidiam a escolha dos itens da dieta de uma determinada espécie, bem como as nuances alimentares resultantes da disponibilidade dos recursos e da preferência alimentar é imprescindível para o entendimento da ecologia da mesma (Andrade et al. 2013; Batista et al. 2016; MacArthur e Pianka 1966; Mello et al. 2004). A escolha do alimento, não representará somente a dieta de uma espécie, mas implicará no seu papel funcional dentro da comunidade ecológica (Clark et al. 1999; Jaeger 1972; Jordano e Schupp 2000; Marshall e Leighton 2006).

Nos trópicos, a frugivoria é uma das principais guildas alimentares (Fleming 1979; Heithaus et al. 1975; Marinho-Filho 1991; Morellato et al. 2000). Aproximadamente 80% das plantas neotropicais possuem frutos com características zoocóricas (Howe e Smallwood 1982). Entre os mamíferos, essa guilda ganha destaque no grupo dos morcegos (Fabián et al. 2008; Kunz et al. 2011). Para se ter uma ideia, Lobova et al. (2009) compilaram uma lista de 549 espécies de plantas neotropicais (representando 191 gêneros distribuídos em 62 famílias) que são dispersas pelo grupo. Lima et al. (2016) também reporta o destaque da zoocoria quanto as formas de dispersão. Evidenciando a relação de mútuo benefício existente (Heithaus 1982).

Algumas características intrínsecas de morcegos frugívoros neotropicais como, alta riqueza, abundancia, biomassa e mobilidade, conferem ao grupo o papel de agentes exímios no processo de dispersão, sucessão, manutenção e dinâmica das florestas, sendo um componente chave nesses ambientes (Bianconi et al. 2009; Fleming 1988; Kunz et al. 2011; Lima et al. 2016; Lobova et al. 2009; Mello et al. 2011). Nessa perspectiva, embasados em teorias clássicas (Van der Pijl 1982), alguns estudos se propuseram a avaliar algumas das interações existentes entre plantas e morcegos (Mello et al. 2004; Mello et al. 2011; Orr et al. 2016; Villalobos-Chaves et al. 2016), com destaque para os processos de dispersão (e.g. Lobova et al. 2009).

O processo inicial da dispersão de sementes, previamente inicializado pela produção da semente pela planta, é sequenciado pela localização do fruto por parte do dispersor, identificação, colheita do fruto e transporte (chuva de sementes), o que se configura como uma tarefa especializada e distinta (Charles-Dominique e Cockle 2001).

Alguns autores mencionam ainda que o processo de dispersão só se torna efetivo, após a germinação e o recrutamento de novas plantas (García et al. 2007; Jordano et al. 2006).

Morcegos filostomídeos das Subfamílias Carollinae e Stenodermatinae consomem preferencialmente frutos maduros (Lobova et al. 2009), esses são identificáveis pelo aroma forte, pois permanecem com uma coloração verde independente do estado de maturação (Kalko e Ayasse 2009). Essas características dos frutos, adicionadas a textura persistente e a exposição do fruto na planta mãe, de modo que facilite a acessibilidade, os encaixam na síndrome da quiropterocoria, dispersão realizada por morcegos, proposta por Van der Pijl (1957). Existem dois tipos quiropterocoria, o primeiro é formado por frutos de sementes pequenas, que são consumidas juntamente com as polpas e dispersas por mecanismo de endozoocoria, o segundo tipo, é formado por sementes grandes e médias, que são descartadas após o consumo da polpa, geralmente por sinzoocoria (Van der Pijl 1982).

Conforme disposição da dieta, algumas espécies de morcegos foram classificadas como especialistas ou generalistas em determinado gênero vegetal (Fleming 1988; Giannini e Kalko 2004; Mello 2002; Mello et al. 2004). Por exemplo, morcegos do gênero *Carollia* são incluídos no grupo dos especialistas em *Piper* (Lobova et al. 2009; Salazar et al. 2013). Alguns estudos analisaram e demonstraram haver uma forte relação de dependência mútua entre espécies de *Piper* e *Carollia* (Fleming 1986;1988; Mello et al. 2011). Constatando inclusive que o período reprodutivo de *C. perspicillata* está ligado ao período de frutificação de espécies de *Piper* (Mello et al. 2004).

Carollia perspicillata é uma espécie que executa repetidos deslocamentos noturnos, do seu abrigo para árvores recursos, podendo alcançar um raio de 1,6 km. Picos de busca foram observados entre os primeiros horários do período diurno e noturno, 05:00 e 19:00 horas, respectivamente (Heithaus e Fleming 1978). No Brasil, em regiões de Cerrado (Bizerril e Raw 1998; Pedro e Taddei 2002), Mata Atlântica do Sudeste (Andrade et al. 2013; Mello 2009) e Floresta Amazônica (Bernard 2001; Bobrowiec e Gribel 2010), é comprovado o alto índice de consumo dos frutos da família Piperaceae (Andrade et al. 2013; Mello 2009; Pedro e Taddei 2002). Para a Mata Atlântica do Nordeste, são escassos os estudos referentes à dieta de *Carollia perspicillata*. Sendo o único realizado por Willig et al. (1993) na Chapada do Araripe, uma área de transição com traços de Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica. Na

oportunidade os autores relataram o consumo de frutos da referida família e de outras seis espécies vegetais na dieta.

No atual cenário, existe uma grande necessidade de refinar as informações referentes a frugivoria por *Carollia perspicillata*. Pois, embora seja observado frequentemente o consumo de alguns itens principais, o questionamento se a escolha é decorrente da preferência ou da abundância ainda persiste. Dito isto, observa-se a necessidade de se caracterizar a fenologia das espécies que formam a dieta, a fim de que se possa fazer inferências sobre a disponibilidade e assim, conhecer as premissas que interferem na escolha.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Caracterizar a dieta de um grupo de *Carollia perspicillata* residente na Gruta da Janela, Laranjeiras, Sergipe.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar as espécies vegetais cujos frutos estão servindo de alimento para *C. perspicillata*;
- Analisar a abundância de sementes consumidas, através do índice de consumo do fruto, identificando diferenças na importância de cada item ao longo do ano;
- Avaliar se os padrões fenológicos das principais espécies consumidas influenciam o consumo relativo desses itens por *Carollia perspicillata*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em uma área de Mata Atlântica, localizada no município de Laranjeiras, no estado de Sergipe (10 48 23 S, 37 10 12 W), próximo a BR 101 Norte, à aproximadamente 18 km da capital. O solo do município de Laranjeiras é composto por grandes faixas de calcário, o que ocasiona a presença de cavernas na região. A Gruta da Janela (SE-13), objeto desse estudo, fica situada no povoado

Machado (10 49 354 S, 37 10 460 W). Trata-se de um abrigo sob-rocha calcária de fácil acesso e exploração, possui aproximadamente 70 m² de área, e com uma entrada de 1,15 m de altura por 4,5 m de comprimento (Fig. 1). A paisagem do entorno é composta por um fragmento de Mata Atlântica bastante antropizado. A Gruta é habitada por morcegos das espécies *Carollia perspicillata* e *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766) as quais formam agrupamentos distintos dentro da cavidade. O agrupamento de *Carollia perspicillata* foi o objeto desse estudo (Fig. 2).

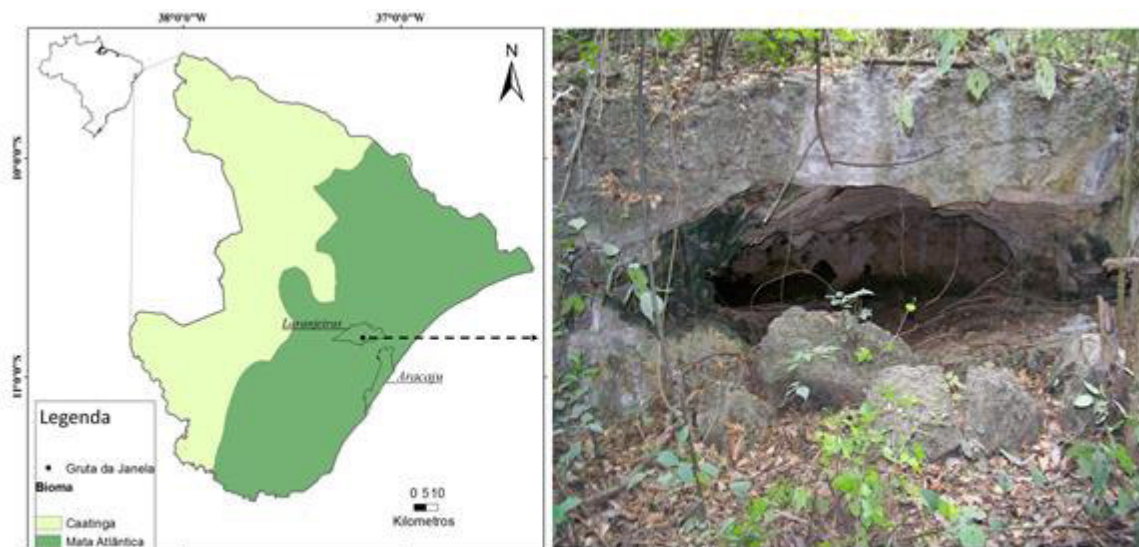


Figura 1. Localização da Gruta da Janela – Laranjeira/Sergipe onde reside um abrigo permanente de morcegos da espécie *C. perspicillata*.

3.2 Coleta, Triagem e Identificação dos Itens

A coleta das fezes foi realizada por meio de duas lonas plásticas (90 cm de largura/1,2m de comprimento) estendidas abaixo de um agrupamento de *Carollia perspicillata* (aproximadamente 50 indivíduos) localizado na caverna Gruta da Janela (Fig. 2). As coletas foram realizadas mensalmente de janeiro a dezembro de 2016. As lonas foram dispostas no abrigo e retiradas após 72 horas (três noites mensais), quando todas as sementes foram recolhidas e consideradas como uma única amostra, acondicionadas em coletores plásticos e transportadas ao laboratório. A metodologia de lona em poleiros possibilitou também o registro de sementes grandes não engolidas, porém consumidas parcialmente. Em virtude desse fato, convencionou-se classificar a dispersão nos dois mecanismos observados, a endozoocoria e a sinzoocoria, sementes com e sem passagem pelo trato digestivo, respectivamente (Van Der Pijl 1982). Essas

classificações foram realizadas através de uma relação entre o tamanho da semente e a fisiologia de *C. perspicillata* (Reis et al. 2007).

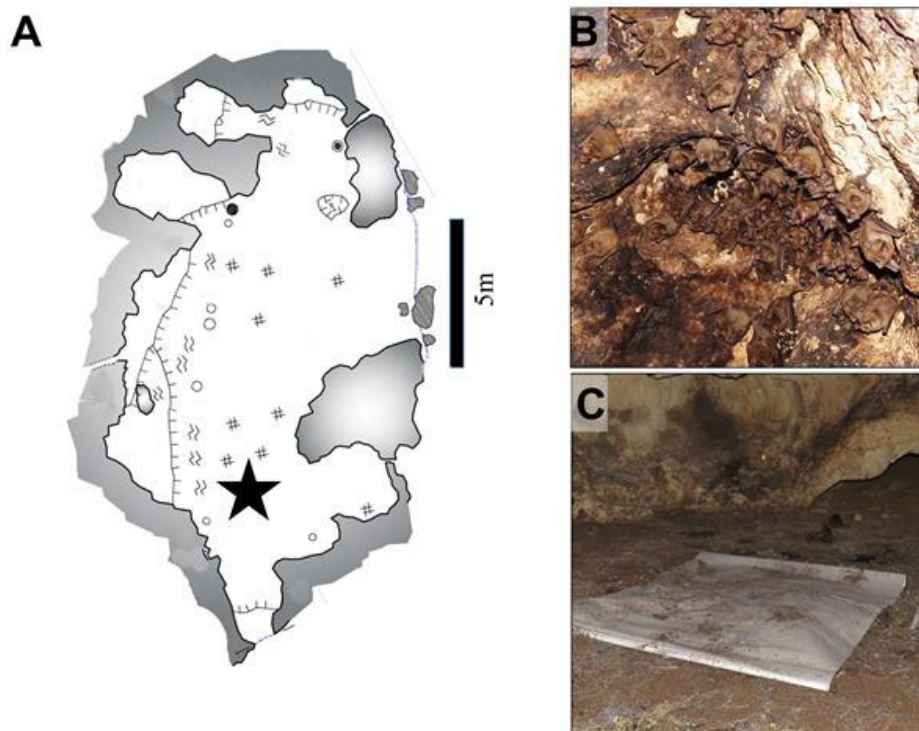


Figura 2. (A) Croqui da Gruta da Janela-Larangeiras/Sergipe (Fonte: Centro da Terra); (B) agrupamento de *Carollia perspicillata*; (C) lona plástica para coleta de sementes disposta logo abaixo do agrupamento de *Carollia perspicillata*. A estrela representa a localização do agrupamento na cavidade.

Em laboratório, as amostras foram lavadas em água corrente sobre série de peneiras sobrepostas em ordem crescente de malha 0,75 mm, 1,19 mm e 2 mm. As sementes foram triadas, lavadas, secadas manualmente e estocadas em local seco e escuro. Posteriormente, foram morfotipadas com o auxílio de microscópio estereoscópico, e em seguida fotografadas. A identificação das sementes consumidas pelos morcegos foi feita a posteriori com base em Santana et al. (2017), autores que caracterizaram e identificaram as sementes de espécies zoocóricas da Floresta Nacional do Ibura, fragmento localizado a apenas 3,5 km da gruta. Adicionalmente, foram feitas coletas de material botânico no entorno do abrigo, que serviram para comparação com as sementes registradas. As exsicatas foram depositadas na coleção do Herbário ASE da Universidade Federal de Sergipe.

3.3 Observações Fenológicas

As observações fenológicas foram realizadas mensalmente no período de fevereiro a dezembro de 2016 (meses equivalentes ao período da dieta, com ausência de

janeiro). Os indivíduos das espécies *Maclura tinctoria*, *Piper amalago* e *Solanum paniculatum*, foram escolhidos aleatoriamente na vizinhança do abrigo e marcados com placas de metal numeradas. O número de espécimes vegetais marcados variou conforme disponibilidade na área, sendo que o n mínimo foi de 5 indivíduos por espécie, conforme proposto por Fournier (1974). As espécies foram classificadas de acordo com os tipos dos ciclos da reprodução.

Para isso foram utilizados três padrões: (i) anual (com um único ciclo reprodutivo; (ii) sub-anual (com até cinco ciclos reprodutivos) e (iii) contínuo (> cinco ciclos reprodutivos) (Newstrom et al. 1994). As fenofases reprodutivas foram categorizadas em: (i) floração: botões florais e anteses; (ii) pré-frutificação (frutos imaturos) e (iii) frutificação (frutos maduros). Cada característica reprodutiva foi avaliada de forma individual, observadas por métodos diretos semi-quantitativos. Foram utilizadas escalas de mensuração intervalar, por meio de cinco categorias de 0 – 4, com intervalos de 25% de amplitude, para cada indivíduo (Fournier 1974).

3.4 Análises

O período de estudo foi dividido em período seco e chuvoso com base na precipitação média mensal registrada entre 2005 e 2015 na cidade de Laranjeiras (CPTEC 2016) (Fig. 3). Meses com médias de precipitação inferiores a 100 mm foram considerados como da estação seca, e os demais, estação chuvosa.

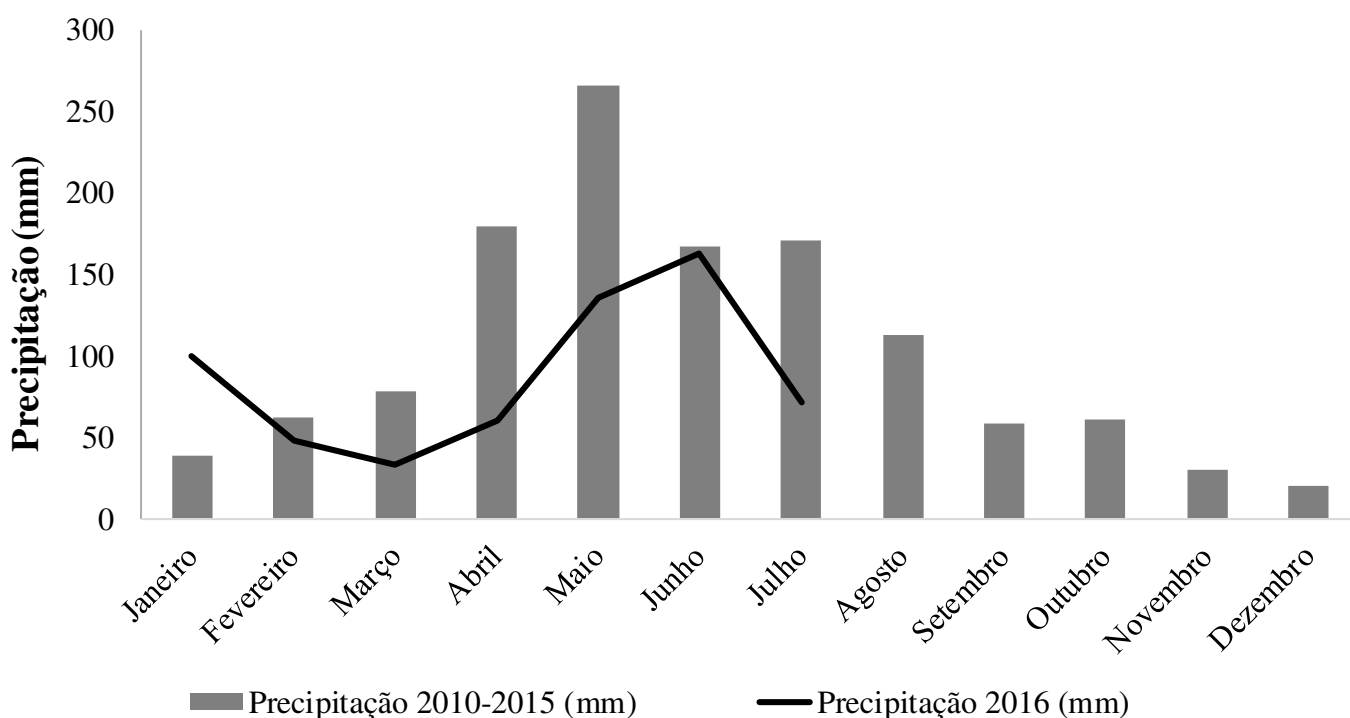


Figura 3. Média histórica de precipitação dos últimos dez anos do município de Laranjeiras - Sergipe. Os valores de 2016 representam o total mensal disponível pelo CPTEC/INPE-2016.

As sementes encontradas na lona plástica foram classificadas como endozoocóricas (1,5-3,5 mm) ou sinzoocóricas (5,5-30,0 mm). Aceito a maior probabilidade de se encontrar sementes oriundas de plantas com um grande número de sementes por fruto, optou-se nesse estudo por utilizar a metodologia sugerida por Silvestre et al. (2016), onde se calcula o Fruit Consumption Index –FCI.

$$\text{FCI} = \text{SE} / \text{SF}$$

onde:

FCI= Índice de Consumo de Fruto

SE = Número de sementes (por espécie) encontradas nos abrigos

SF= Média de sementes por fruto (de cada espécie)

As amostras foram homogeneizadas em uma bandeja e posteriormente separadas em placas de Petri, todas do mesmo tamanho. As sementes de uma das placas, escolhida por sorteio, foram quantificadas, e posteriormente multiplicada pelo número de placas existentes em cada amostra (mês), de forma a gerar uma estimativa do número total de sementes na amostra.

As análises de intensidade das fenofases das espécies vegetais foram analisadas por meio da fórmula do índice de intensidade de Fournier (1974). As variáveis reprodutivas foram mensalmente calculadas em função do percentual de indivíduos de cada espécie, e de cada fenofase observada, de acordo com a fórmula $[(\sum \text{Fournier}) \cdot (4N) - 1] / 100$.

Para realizar a análise de acumulação o n de todas as espécies de sementes encontrada na dieta, foram substituídos por dados de frequência de ocorrência. A frequência de ocorrência é o número de vezes que cada espécie de semente individualmente, ocorreu na amostra geral, gerando uma planilha de presença e ausência. Para essa análise foi escolhido o teste não paramétrico Jackknife 1, por ser sensível a um baixo número amostral, reduzindo as tendências em amostras com essa característica (Colwell e Coddington 1994). As curvas de acumulação foram feitas no programa EstimateS 9.0 (Colwell et al. 2012).

A normalidade dos dados de todas as análises foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk, os testes subsequentes foram empregados de acordo com a característica

paramétrica ou não das amostras. Todos os testes assumiram nível de significância com $p < 0,05$.

Para realização da análise entre o valor observado e o estimado, obtido através do índice de Jackknife 1, utilizou-se o teste *t de student*. O mesmo teste foi utilizado para verificar se o número de sementes de todas as espécies consumidas no período seco e chuvoso apresentou diferenças significativas. Para análise de possíveis diferenças na composição da dieta entre os períodos foram avaliadas pelo Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), seguido do teste de ANOSIM, usando o índice de Bray-Curtis. Para análise de possíveis diferenças na abundância das principais espécies consumidas na amostra geral foi utilizado o Teste de Kruskal-Wallis (H), bem como para análise de diferenças gerais no FCI destas. Variações no FCI no período seco e chuvoso foram analisadas pelo teste de Mann-Whitney (U). Todos os dados foram analisados através dos softwares BioEstat versão 2.0 (Ayres et al.2000) e PAST versão 2.15 (Hammer et al. 2001).

4. RESULTADOS

Foram estimadas aproximadamente 323.400 sementes, classificadas em 16 espécies (todas nativas) e 12 famílias (Tab. 1, Fig. 4). Destas, 12 foram classificadas como endozoocóricas e quatro como sinzoocóricas. A riqueza da dieta estimada por Jackknife 1 foi de 19 espécies (± 4) (Fig. 5), sendo o valor estimado significativamente maior que o observado ($t = 3,79$, $p = 0,02$).

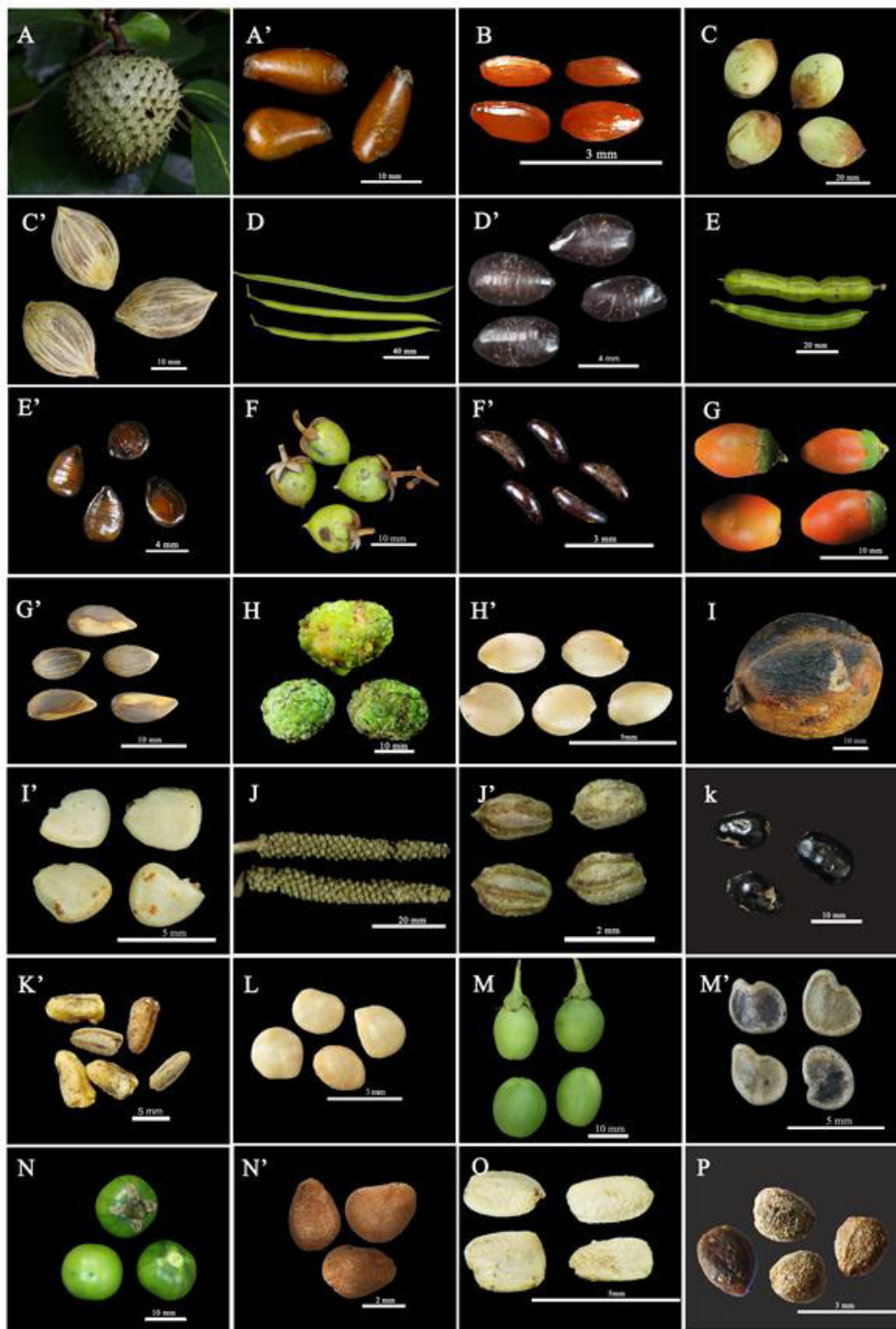


Figura 4. Espécies vegetais encontradas na dieta de *C. perspicillata* na Gruta da Janela durante o ano de 2016. A,A'-*Annona montana* Macfad; B-*Philodendron* sp.; C,C'-*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.; D,D'-*Senna georgica* H.S.Irwin e Barneby; E,E' *Senna macranthera* (DC. ex Collad.) H.S. Irwin e Barneby; F,F'- *Vismia guianensis* (Aubl.) Pers.; G,G'-*Aegiphila vitelliniflora* Walp.; H,H'- *Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud.; I,I'- *Psidium guineense* Sw.; J,J'-*Piper amalago* L.; K,K'- *Chomelia obtusa* Cham. e Schltl.; M-*Solanum asperum* L.C.Rich.; L,L'- *Solanum caavurana* Vell.; N,N'-*Solanum paniculatum* L.; O-*Cecropia pachystachya* Trécul; P-Sp.

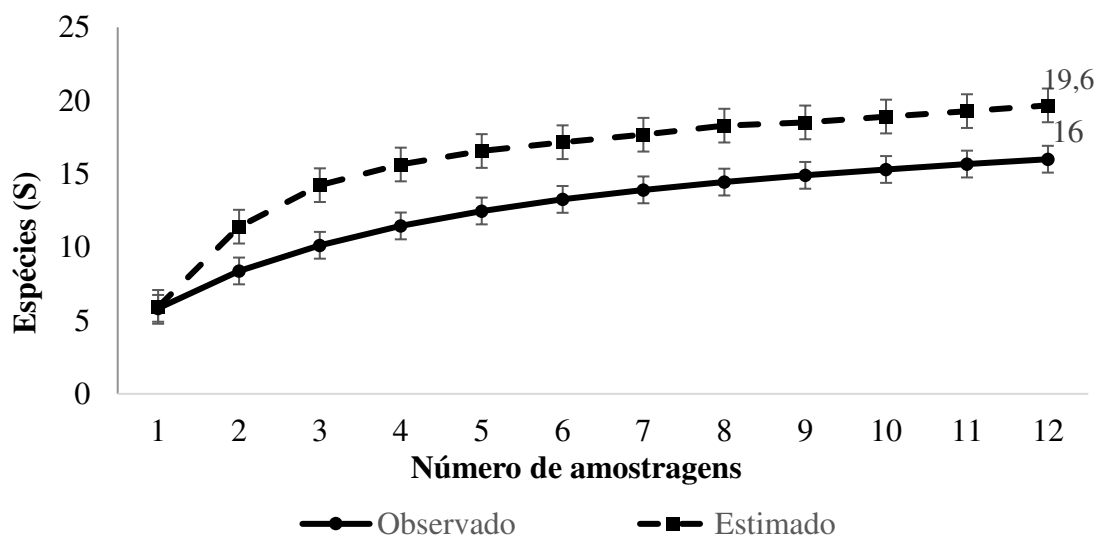


Figura 5. Curva de acumulação das espécies vegetais consumidas por *Carollia perspicillata* durante o período de doze meses, na Gruta da Janela - Laranjeiras/Sergipe. Linhas tracejadas correspondem ao valor de espécies estimado pelo índice de Jacknife 1.

A riqueza média foi de 5,83 ($\pm 1,33$) espécies consumidas por mês, variando de três em agosto a oito espécies em setembro (Fig. 6). Não houve diferença no número de itens consumidos ($t=-1,45$; $gl=10$; $p=0,17$), bem como na composição de espécies (Fig. 7; Anosin: $R= -0,02$; $p>0,05$) ($T= 4,5$, $p= 0,16$), entre o período seco e chuvoso.

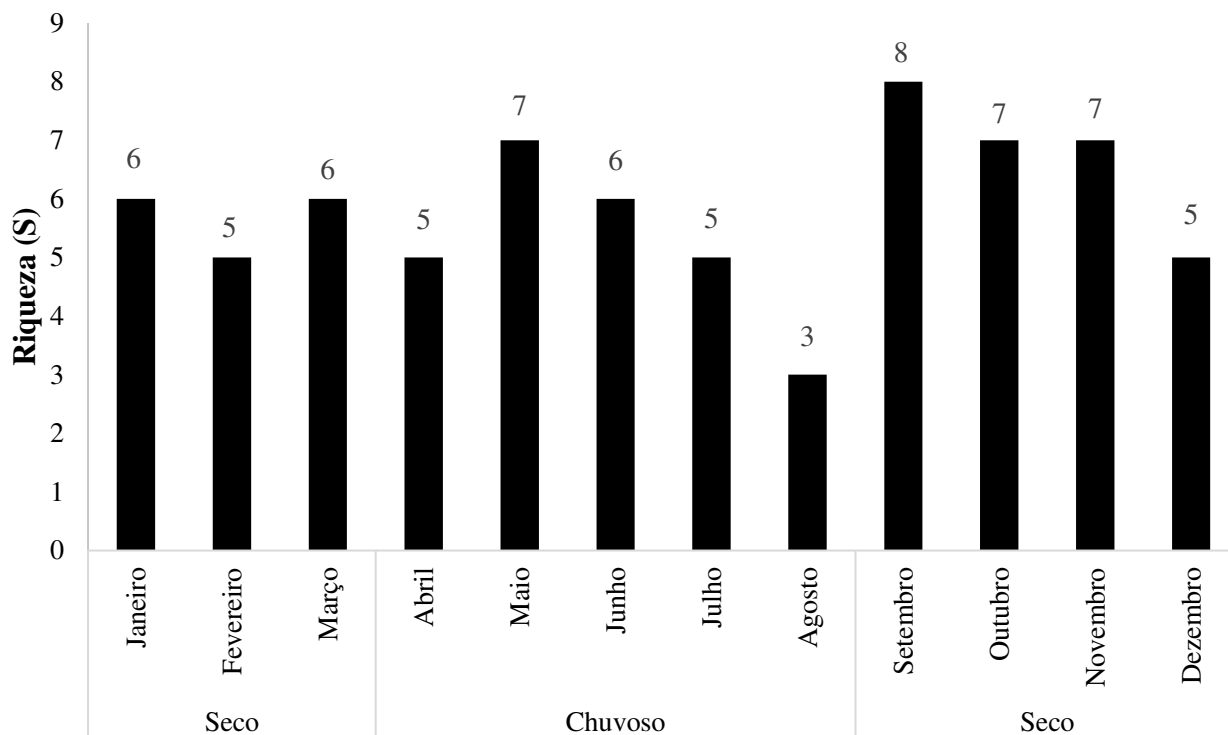


Figura 6. Riqueza mensal de espécies vegetais consumidas por morcegos *Carollia perspicillata* na Gruta da Janela-Laranjeiras/Sergipe, durante o ano de 2016.

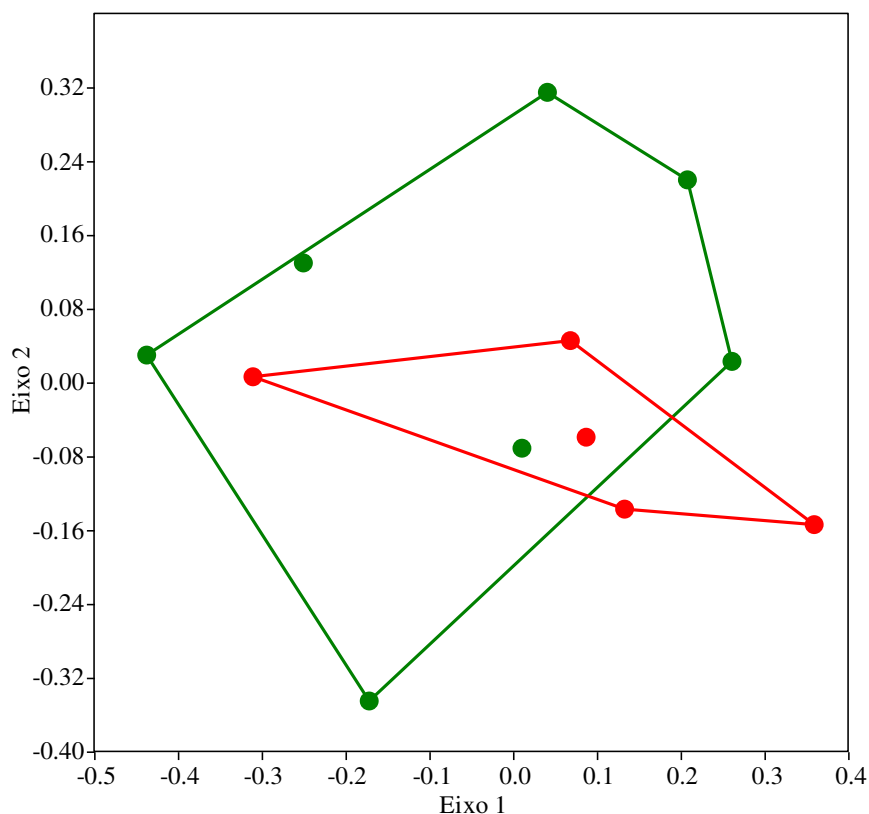


Figura 7. Representação gráfica dos dois primeiros eixos do NMDS, mostrando não haver diferença na composição da dieta de *Carollia perspicillata* entre os períodos seco (círculos verdes) e chuvoso (círculos vermelhos).

As espécies sinzoocóricas encontradas; *Aegiphila vitelliniflora* (0,03%; n=108), *Annona montana* (0,003%; n=10), *Chomelia obtusa* (0,001%; n=3) e *Syagrus coronata* (0,008%; n=27), representaram uma baixa parcela da amostra geral de sementes identificadas, sendo também pouco frequentes ao longo do ano, com ocorrência em 25%, 8%, 8% e 25% dos meses, respectivamente (Tab. 1).

Dentre as espécies endozoocóricas, as mais abundantes foram *P. amalago* (n= 160.594; 49,6%), seguida por *Solanum paniculatum* (79.322; 24,53%) e *Maclura tinctoria* (60.691; 18,77%), representando juntas 92,9% do total de sementes amostradas. Embora o número de sementes de *P. amalago* tenha sido consideravelmente maior, não foram observadas diferenças significativas entre as três principais espécies ($H = 5,25$, $p = 0,07$).

Em termo de frequência de ocorrência, *Solanum paniculatum*, esteve presente em todos os meses amostrados (frequência relativa 100%), enquanto *P. amalago* e *Maclura tinctoria* estiveram presentes em 92,0 % e 50% das amostras, respectivamente.

Os dados fenológicos das três principais espécies consumidas foram classificados em dois padrões, *Piper amalago* e *Solanum paniculatum* tiveram períodos contínuos de frutificação e *Maclura tinctoria* apresentou ciclo de frutificação sub-anual. O padrão anual não foi observado para essas espécies.

As relações entre consumo de frutos e disponibilidade não mostrou um padrão claro de oferta e procura. Em fevereiro, início da estação seca, existiu uma alta disponibilidade de *M. tinctoria* e *S. paniculatum*, porém a dieta do agrupamento não foi equilibrada, havendo uma clara preferência pelos frutos de *M. tinctoria*. No mês seguinte, a produção de *M. tinctoria* caiu, *S. paniculatum* continuou em alta, mas a dieta continuou representada principalmente por *M. tinctoria* e *P. amalago*, que começou a frutificar (Fig. 8).

Em abril, a produção de *M. tinctoria* se manteve regular, *P. amalago* e *S. paniculatum* continuaram com alta disponibilidade de fruto, mas diferente do mês anterior, a preferência passa a ser de *S. paniculatum*. Que representa 85,02 % da dieta mensal (Tab. 2). No início do período chuvoso a disponibilidade de *S. paniculatum* e *M. tinctoria* decaem e o de *P. amalago* aumenta, juntamente com o consumo. Esse modelo é observado até o final da amostra, com pequenas nuances e à exceção de dezembro, que não houve disponibilidade do fruto. As outras espécies consumidas representaram uma pequena parcela da dieta, como pode ser observado na tabela (Tab.1).

Tabela 1. Espécies vegetais consumidas por *C. perspicillata* na Gruta da Janela-Laranjeiras, Sergipe durante o ano de 2016, com informações sobre a ecologia das espécies, representatividade, frequência e FCI.

Taxon	Origem (estado ecológico)	Categoria de Dispersão	Sementes consumidas		Frequência de ocorrência geral	Média de sementes por fruto	FCI	
			N	%			N	%
-								
Spp.	-	-	308	0,10%	8%	-		-
Annonaceae								
<i>Annona montana</i>	Nativa	Sinzoocoria	10	0,003%	8%	58	0,17	0,01%
Araceae								
<i>Philodendron sp.</i>	Nativa	Endocoocoria	1202	0,37%	17%	-	-	-
Arecaceae								
<i>Syagrus coronata</i>	Nativa	Sinzoocoria	27	0,008%	25%	1	27,00	0,72%
Fabaceae								
<i>Senna georgica</i>	Nativa	Endocoocoria	1949	0,60%	33%	20	97,45	2,60%
<i>Senna macranthera</i>	Nativa	Endocoocoria	365	0,11%	17%	22	16,59	0,44%
Hypericaceae								
<i>Vismia guianensis</i>	Nativa	Endocoocoria	4361	1,35%	42%	178	24,50	0,65%
Lamiaceae								
<i>Aegiphila vitelliniflora</i>	Nativa	Sinzoocoria	108	0,03%	25%	6	18,00	0,48%
Moraceae								
<i>Maclura tinctoria</i>	Nativa	Endocoocoria	60691	18,77%	50%	56	1083,77	28,92%
Myrtaceae								
<i>Psidium guineense</i>	Nativa	Endocoocoria	900	0,28%	33%	137	6,57	0,18%
Piperaceae								
<i>Piper amalago</i>	Nativa	Endocoocoria	160594	49,66%	92%	141	1138,96	30,39%
Rubiaceae								
<i>Chomelia obtusa</i>	Nativa	Sinzoocoria	3	0,001%	8%	1	3,00	0,08%
Solanaceae								
<i>Solanum caavurana</i>	Nativa	Endocoocoria	3729	1,15%	83%	-	-	-
<i>Solanum paniculatum</i>	Nativa	Endocoocoria	79322	24,53%	100%	60	1322,03	35,28%
<i>Solanum sp.</i>	Nativa	Endocoocoria	342	0,11%	8%	-	-	-

Urticaceae								
<i>Cecropia pachystachya</i>	Nativa	Endococcoria	9486	2,93%	33%	1000	9,49	0,25%
TOTAL			323.397	100%	583%		3747,53	100%

Tabela 2. Porcentagens mensais e valor bruto das espécies (sementes) coletadas por intermédio de lona plástica estendidas abaixo de um grupo *C. perspicillata* de hábito cavernícola, durante o ano de 2016.

	Período Seco			Período Chuvoso					Período Seco			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
<i>Aegiphila vitelliniflora</i>	-	-	-	-	0,03% (12)	-	-	-	-	0,47% (30)	0,34% (66)	-
<i>Annona montana</i>	0,03% (10)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cecropia pachystachya</i>	-	-	-	9,34% (1729)	14,52% (5840)	5,80% (1908)	-	-	0,20% (9)	-	-	-
<i>Chomelia obtusa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07% (3)	-	-	-
<i>Maclura tinctoria</i>	0,05% (20)	87,05% (38486)	42,15% (9570)	4,27% (791)	24,11% (9700)	6,46% (2124)	-	-	-	-	-	-
<i>Philodendron sp.</i>	-	-	-	-	-	-	0,54% (380)	-	18,56% (822)	-	-	-
<i>Piper amalago</i>	-	0,76% (336)	38,06% (8640)	1,32% (245)	53,96% (21710)	67,38% (22158)	97,16% (68305)	72,81% (13932)	45,33% (2007)	83,57% (5340)	91,75% (17732)	2,45% (189)
<i>Psidium guineense</i>	-	-	-	-	-	0,90% (297)	-	1,98% (378)	2,37% (105)	1,88% (120)	-	-
<i>Senna georgica</i>	0,29%(110)	-	-	-	-	-	-	-	-	8,08% (516)	4,78% (924)	5,16% (399)
<i>Senna macranthera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,31% (253)	1,45% (112)
<i>Solanum caavurana</i>	0,16% (60)	-	0,13% (30)	0,04% (7)	3,01% (1210)	5,47% (1800)	0,41% (285)	-	2,78% (123)	0,38%(24)	0,91% (176)	0,18% (14)
<i>Solanum paniculatum</i>	92,7% (34810)	8,52% (3766)	18,08% (4104)	85,02% (15736)	4,2% (1690)	13,98% (4599)	1,41% (988)	25,21% (4824)	28,73% (1272)	5,54% (354)	0,85% (165)	90,76% (7014)
<i>Solanum sp.</i>	-	-	-	-	-	-	0,49% (342)	-	-	-	-	-
Spp	-	0,70% (308)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syagrus coronata</i>	-	-	0,04% (10)	-	-	-	-	-	-	0,09% (6)	0,06% (11)	-
<i>Vismia guianensis</i>	6,76% (2540)	2,98% (1316)	1,53% (348)	-	0,17% (70)	-	-	-	1,96% (87)	-	-	-

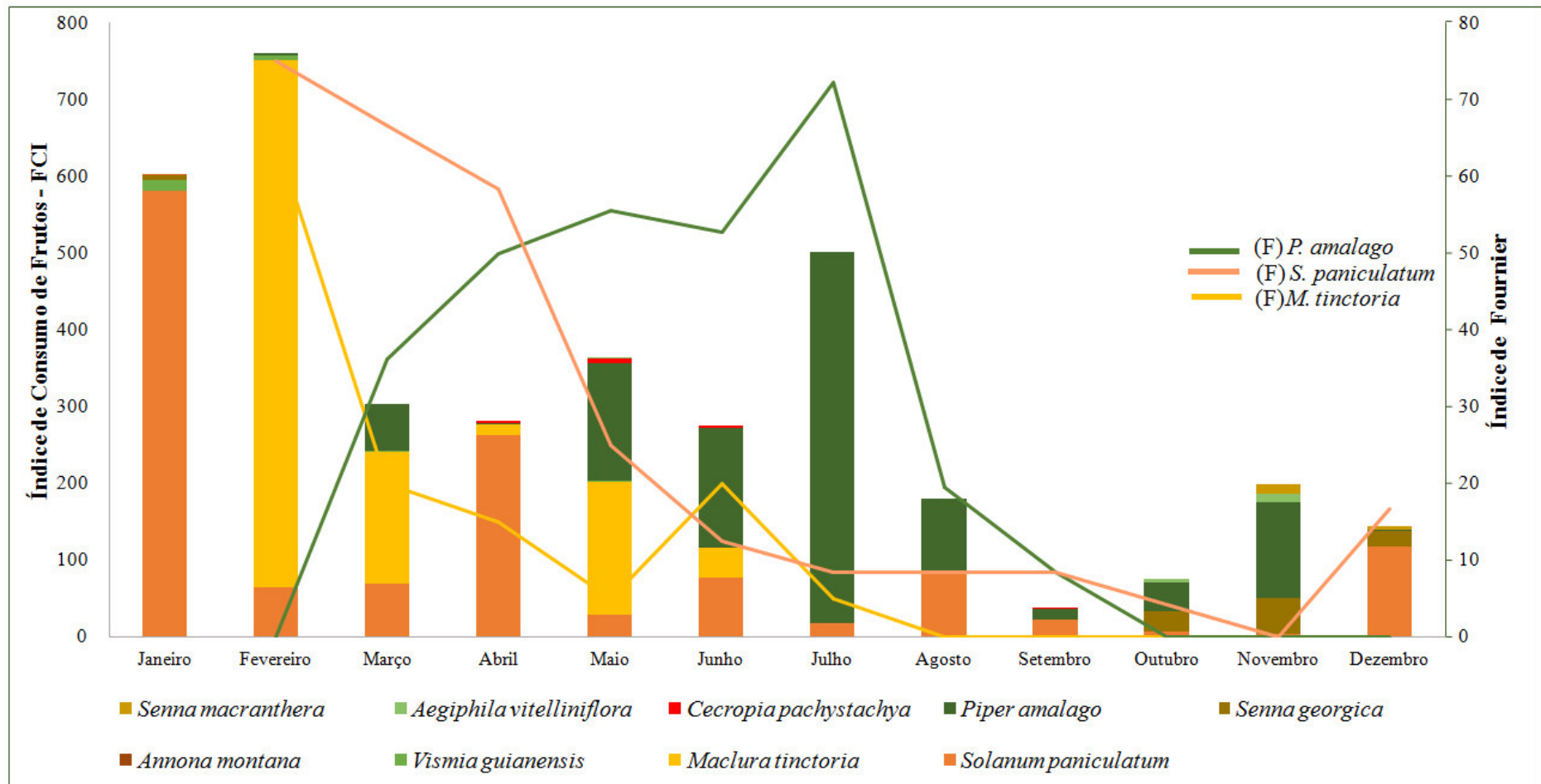


Figura 8.FCI mensal das espécies que compuseram a dieta de *C. perspicillata* com frequência de ocorrência > 30% durante o ano de 2016 e disponibilidade de frutificação (F) das três espécies mais consumidas.

As análises com base no FCI mostrou um equilíbrio entre o consumo das três principais espécies; *Maclura tinctoria* - 28,92%, *Piper amalago* - 30,39% e *Solanum paniculatum* - 35,28% (Tab. 1). Essa similaridade de consumo, foi confirmada pela análise da média das três espécies, que não apresentou diferenças significativas tanto no consumo geral ($H = 3,97$, $p = 0,13$), quanto nos distintos períodos (*Solanum paniculatum* L. ($U = 14$, $p = 0,6$), *M. tinctoria* ($U = 15$, $p = 0,7$), *P. amalago* ($U = 6$, $p = 0,07$)). Demonstrando que no contexto desse estudo, *Carollia perspicilatta* não consome um fruto preferencialmente (Fig.9). Ressalta-se por fim, que foi encontrado abaixo do abrigo da espécie, folhas de *Senna georgica* H.S.Irwin e Barneby parcialmente consumidas, a contextualização e as possíveis implicações desse consumo foram discutidas no Anexo I (Artigo submetido a Revista Mammalia-Paris).

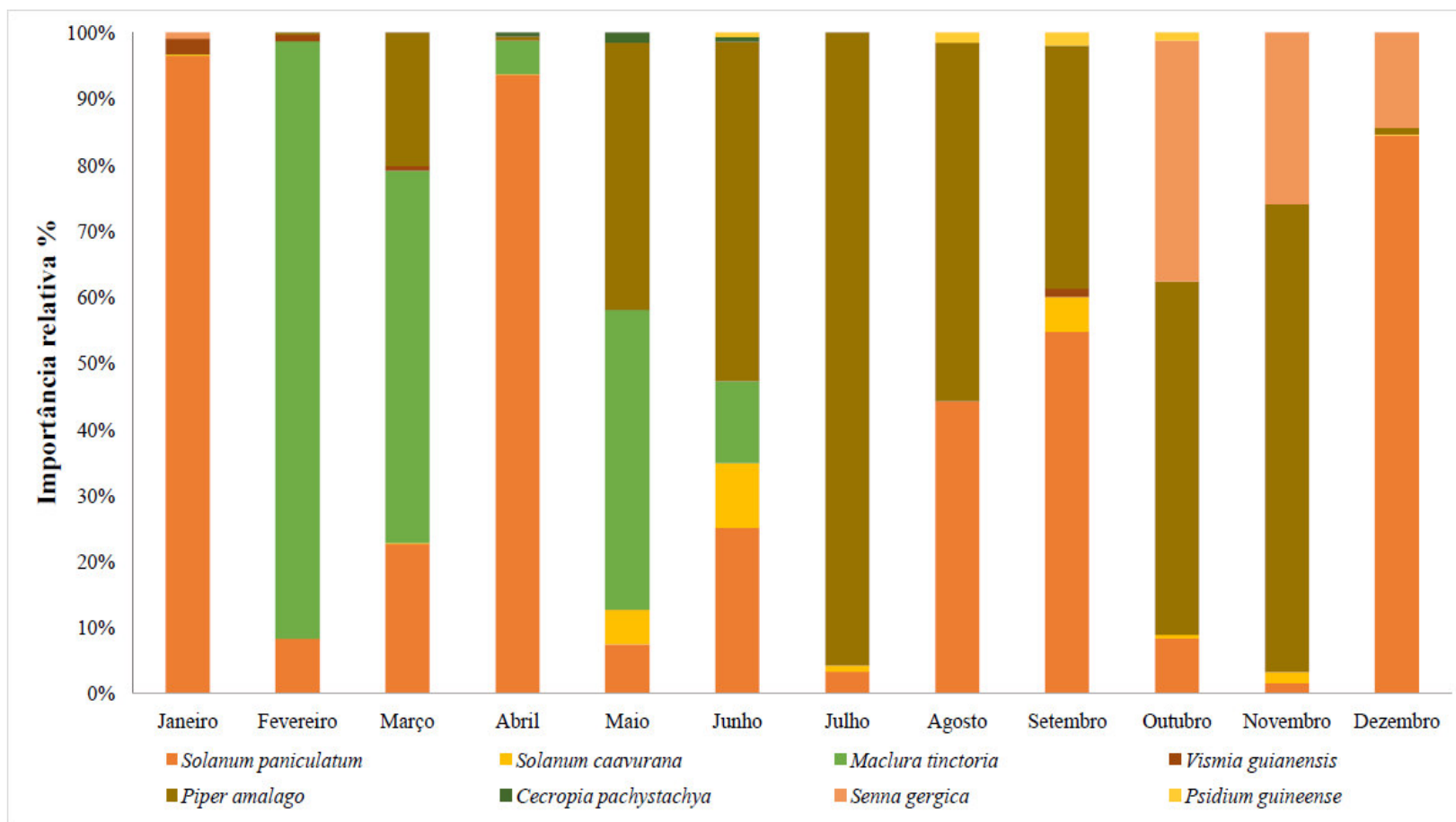


Figura 9. Importância relativa das espécies vegetais encontradas na dieta de um grupo de *C. perspicillata* no período de um ano em Laranjeiras/Sergipe, com frequência de ocorrência > 30%.

5. DISCUSSÃO

As observações quanto ao número de espécies vegetais consumido por *Carollia perspicillata* vem crescendo exponencialmente nos últimos anos. Lobo et al. (2009) compilaram 171 espécies vegetais dispersas por *C. perspicillata* nos trópicos. O presente estudo contribuiu com cinco novas ocorrências de espécies vegetais (*Annona montana*, *Syagrus coronata*, *Senna georgica*, *Aegiphila vitelliniflora* e *Chomelia obtusa*) na dieta de *C. perspicillata* (Batista et al. 2016; Bianconi, 2009; Lobo et al. 2009).

As 16 espécies encontradas nesse estudo, superaram em termos riqueza os trabalhos de dieta realizados em área de mata atlântica até o momento (Carvalho 2008; Marinho-Filho 1991; Mello et al. 2004; Mikich 2002; Mikich et al. 2003; Muller e Reis 1992; Passos et al. 2003; Pedro e Passos 1995; Pedro e Taddei 1997; Ricardo 2013; Sazima et al. 2003), apresentando o dobro (Mikich et al. 2003; Sazima et al. 2003) ou até mesmo valores superiores ao triplo (Bernard 2001; Sazima et al. 2003) de espécies observadas em outros estudos que trataram de dieta de *C. perspicillata* nesse bioma.

Na América do Sul, *C. perspicillata* possui dieta com grande gama de espécies vegetais (Tab. 3), a maior riqueza de espécies foi observada na Amazônia da Guiana Francesa (n=44) por Lobo et al. (2009), seguido de Reis e Peracchi (1987) (n=28) e Delaval (2004) (n=27), na Amazônia brasileira e da Guiana Francesa, respectivamente, e na Amazônia peruana por Gorchov et al. (1995) (n=20), seguida da Mata Atlântica por Lima et al. (2016) (n=14), Marinho-Filho (1991) e Mello et al. (2004) (n= 8 e 9, respectivamente) e da Caatinga (n=7) (Willig et al. 1993) (Tab. 3). Vale ressaltar, que os trabalhos de dieta na Mata Atlântica, foram realizados exclusivamente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Fig. 10), logo, a região Nordeste não dispõe de informações para comparações.

Tabela 3. Riqueza vegetal encontrada na dieta de *C. perspicillata* em estudos da América do Sul e pontos de localização. ¹Compilação de dados de três expedições no período de 1999-2006 em diferentes áreas da G. F.

Código de localização no mapa	País	Bioma	Riqueza	Latitude	Longitude	Citação
1	Perú	Floresta Amazônica	1	-10,58468	-75,330116	Ascorral et al.1989
2	Perú	Floresta Amazônica	2	-4,898687	-73,650413	Gorchov et al.1993
3	Perú	Floresta Amazônica	20	-4,898687	-73,650413	Gorchov et al.1995
4	Perú	Floresta Amazônica	8	-4,232473	-74,217933	Ascorra e Wilson 1992
5	Venezuela	Floresta Amazônica	1	1,918953	-67,055395	Uhl et al.1981
6	Guiana Francesa	Floresta Amazônica	7	3,324158	-53,340511	Charles-Dominique e Cockle 2001
7	Guiana Francesa	Floresta Amazônica	12	3,324158	-53,340511	Charles-Dominique 1986
8	Guiana Francesa	Floresta Amazônica	2	3,324158	-53,340511	Delaval et al. 2005
9	Guiana Francesa	Floresta Amazônica	2	3,933889	-53,125782	Charles-Dominique 1993
10	Guiana Francesa	Floresta Amazônica	5	3,933889	-53,125782	Cockle 1997
11	Guiana Francesa	Floresta Amazônica	27	3,933889	-53,125782	Delaval 2004
12	Guiana Francesa	Floresta Amazônica	9	4,170343	-52,329564	Chales-Dominique 1991
13	Guiana Francesa	Floresta Amazônica	5	4,82274	-53,276409	Foresta et al.1984
14	Guiana Francesa	Floresta Amazônica	44	4,922987	-52,31319	Lobova et al. 2009 ¹
15	Brasil	Floresta Amazônica	14	-3,119028	-60,021731	Reis e Guillaumet 1983
16	Brasil	Floresta Amazônica	28	-3,119028	-60,021731	Reis e Peracchi 1987
17	Brasil	Floresta Amazônica	2	-3,094561	-59,989252	Uieda e Vasconcellos-Neto 1985
18	Brasil	Floresta Amazônica	3	-2,4000	-54,7000	Bernard 2001
19	Brasil	Caatinga	7	-7,250378	-39,422518	Willig et al. 1993
20	Brasil	Mata Atlântica	16	-10,8065	-37,1902	Presente estudo
21	Brasil	Cerrado	1	15,744057	-47,877314	Bizerril e Raw 1997
22	Brasil	Cerrado	1	15,948672	-47,93407	Bizerril e Raw 1998
23	Brasil	Mata Atlântica	6	18,914608	-48,27538	Pedro e Taddei 1997
24	Brasil	Mata Atlântica	6	19,526205	-42,824788	Garcia et al. 2000
25	Brasil	Mata Atlântica	9	21,711972	-43,903014	Mello 2013
26	Brasil	Mata Atlântica	3	-19,15138	-40,070808	Pedro e Passos 1995
27	Brasil	Mata Atlântica	14	19,151381	-40,070808	Lima et al. 2016
28	Brasil	Mata Atlântica	1	23,433671	-45,083853	Sazima et al.2003
29	Brasil	Mata Atlântica	8	23,185708	-46,897806	Marinho-Filho 1991
30	Brasil	Mata Atlântica	9	23,185708	-46,897806	Mello et al.2004
31	Brasil	Mata Atlântica	8	-	-48,27359	Passos et al. 2003

				24,308775		
32	Brasil	Mata Atlântica	9	24,821391	-48,537564	Ricardo et al. 2013
33	Brasil	Mata Atlântica	1	23,304452	-51,169582	Muller e Reis 1992
34	Brasil	Mata Atlântica	1	23,897483	-52,00036	Mikich et al. 2003
35	Brasil	Mata Atlântica	6	23,897483	-52,00036	Mikich 2002

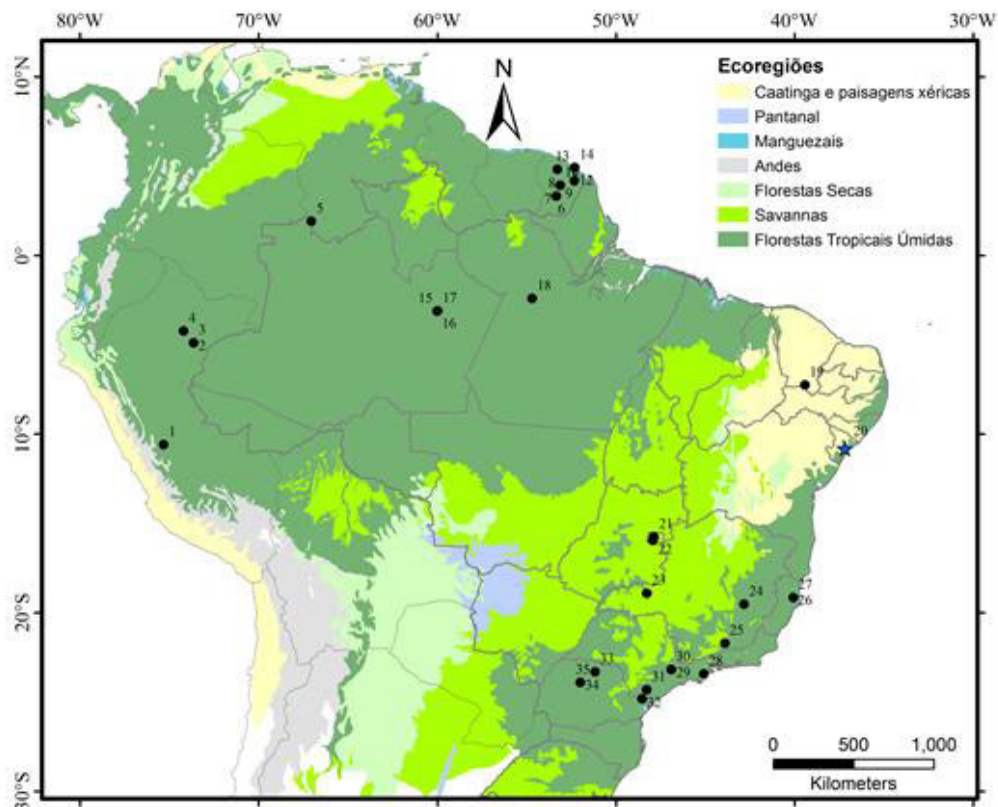


Figura 10. Localização dos estudos de dieta de *C. perspicillata* na América do Sul. As informações correspondentes aos números estão disponíveis na Tabela 3. A estrela azul representa a localidade do presente estudo.

Sánchez et al. (2012) testaram se a seleção de certos gêneros de plantas por morcegos decorre de uma preferência dietária ou da maior disponibilidade de um dado fruto no ambiente, concluindo que algumas espécies de morcegos permanecem fiéis a determinados gêneros de planta, mesmo na maior disponibilidade de outros (Marinho-Filho 1991; Mello et al. 2004).

Nesse estudo os maiores índices de consumo dos gêneros *Piper* e *Solanum*, respectivamente, seguiu o padrão comum ao longo da distribuição de *C. perspicillata*

(Andrade et al. 2013, Carvalho 2008; Fleming 1991; Mikich 2002), presentes em 91,1% e 73,5%, respectivamente, dos 34 trabalhos realizados na América do Sul (Tab. 3). Já o gênero *Maclura*, terceiro mais frequente aqui, só havia sido registrado em duas outras localidades (5,8%), por Willig et al. (1993), na Chapada do Araripe, Ceará e por Mikich, 2002, no município de Fênix, Paraná. Por outro lado, na América Central (Costa Rica), *Maclura* parece ser mais comum na dieta de *C. perspicillata* (Fleming 1986;1988;1991; Heithaus e Fleming 1978; Heithaus et al. 1975).

Em linha gerais, um dado que chama a atenção nesse estudo, e que discrepa da maioria dos estudos realizados até então, é a presença de apenas uma espécie de *Piper* (*P. amalago*) conhecida na área de estudo e em fragmentos próximos (Santana et al. 2017). A baixa diversidade do gênero *Piper* é um padrão comum nos remanescentes florestais do estado de Sergipe, com apenas sete espécies oficialmente registradas até o momento, e não mais de três espécies por localidade (Prata et al. 2015). Tal peculiaridade certamente influencia o comportamento alimentar local de *C. perspicillata*.

Em várias outras localidades, a riqueza de espécies de *Piper* encontrada nas fezes de *Carollia*, foi maior do que todas as outras espécies juntas. Como exemplo, dos nove táxons vegetais encontrados por Mello et al. (2004), sete foram espécies de *Piper*, dado semelhante ao de Marinho-Filho (1991), que encontrou oito espécies vegetais, sendo cinco de *Piper*, ambos na Mata Atlântica do Sudeste. Já na Amazônia, as espécies de *Piper* representaram 25% (sete das 28) das espécies vegetais na dieta de *C. perspicillata* (Reis e Peracchi 1987).

No presente estudo, *Solanum* foi o gênero com maior número de espécies (três spp), duas das quais, *Solanum caavurana* e *Solanum paniculatum*, estiveram presentes em 83% e 100% dos meses, respectivamente. Mello et al. (2004) observaram que frutos de *Solanum* são os mais consumidos na ausência de frutos de *Piper*, o que ocorreu em alguns meses (dezembro e janeiro) na área do presente estudo.

Quando se compara a relação entre consumo e disponibilidade (através do acompanhamento fenológico), os dados aqui apresentados sugerem uma preferência por *Maclura tinctoria* em relação *Solanum paniculatum*, quando as ofertas dessas espécies foram igualmente altas (fevereiro e março), e em relação a *P. amalago* em maio, mesmo quando a disponibilidade dessa última foi maior. *P. amalago* só foi preponderantemente consumida no mês de julho, o que foi condizente com o seu pico de disponibilidade e a concomitante redução de *Solanum* e *Maclura*.

Partindo do pressuposto que todos os estudos sobre preferência dietária mencionados foram realizados em área de mata atlântica, o que se observa é que os padrões de consumo vs preferência podem ser alterados em consequência das peculiaridades locais (Charles-Dominique e Cockle 2001), a exemplo dos resultados obtidos nesse estudo. Embora, os gêneros mais consumidos, *Piper* e *Solanum* sejam apontados com clareza. A similaridade dos gêneros mais consumidos foi corroborada pela análise de FCI proposta por Silvestre et al. (2016). Levando em consideração o número de frutos e não somente o número de sementes, se observou uma similaridade entre o número de frutos escolhidos.

Um ponto que cabe ressaltar é que embora a fenologia de *C. pachystachya* não tenha sido realizada nesse trabalho, por falta de árvores nas proximidades da área de estudo, a espécie foi o quarto item mais consumido na amostra geral, sendo frequentemente encontrado na dieta da espécie (Carvalho 2008; Mello et al. 2004).

Todas as espécies vegetais consumidas no presente estudo foram espécies nativas, e 75% de hábitos pioneiros (exceto; *Syagrus coronata*, *Aegiphila vitelliniflora*, *Psidium guineense* e *Chomelia obtusa*). Essa característica é crucial na restauração de ambientes degradados (Bredt et al. 2012; Dumont 2003; Kunz et al. 2011). Além disso, vale ressaltar a grande representatividade de semente de espécies com valor comercial (*M. tinctoria*), na fabricação de medicamento (Groweiss et al. 2000; Zsanett e Hohmann 2011) e uso da madeira (Gomes et al. 2010). De forma que esse estudo corrobora o papel funcional de *Carollia perspicillata* como prestadores de serviços de provisão, característica já observada para algumas espécies (Guimarães 2014; Kunz et al. 2011).

Os dados da dispersão qualitativa fornecidos nesse estudo apontam para duas questões, a primeira é que *Carollia perspicillata* tem preferência por mecanismo de endozoocoria para realizar a dispersão de sementes. Segundo, as sementes identificadas nesse estudo mostraram-se morfológicamente viáveis, similarmente ao observado por Thies e Kalko (2004), uma vez que danos físicos não foram observados.

A quantidade de sementes dispersas tem sido reportada como uma variável tão importante quanto a qualidade das mesmas (Lobova et al. 2009). As centenas de milhares de sementes observadas nesse estudo, retifica a característica de exímio dispersor atribuída a *C. perspicillata* (Charles-Dominique e Cockle 2001; Lobova et al. 2009; Mello 2013; Kunz et al. 2011). Vale ressaltar ainda, que o número de sementes aqui reportado é somente uma pequena fração da quantidade real de sementes que um agrupamento de *C. perspicillata* pode dispersar ao longo de um ano, visto que a espécie

tem transito intestinal curto e hábito de defecar principalmente durante o voo, fazendo com que somente uma parcela inferior seja depositada sobre os abrigos noturnos (Charles-Dominique 1986; Galindo-González 1998) e conseqüentemente quantificada em estudos com essa abordagem.

As principais espécies vegetais desse estudo apresentaram padrões de reprodução contínuos e semi-contínuo. O padrão contínuo, conhecido também como *steady state* (Gentry 1974), caracteriza-se pela produção de “baixa” quantidade de frutos por um período contínuo, o que foi observado para *Piper amalago* e *Solanum paniculatum*. Já *Maclura tinctoria* apresentou padrão de frutificação do tipo *big bang*, produzindo grandes quantidade de frutos, durante um período limitado (Charles-Dominique 1993; Dumont 2003). Esse contraste na estratégia reprodutiva é o que garante a oferta contínua de frutos.

O padrão de frutificação das espécies vegetais é uma variável importante a ser considerada para dieta de *C. perspicillata* (Mello et al. 2004). A disponibilidade ou escassez de um dado recurso é um fator que pode interferir na relação de escolha/preferência por parte do consumidor (Gomes 2013; Ricardo 2013). No geral, a riqueza e as diferentes composições de espécies vegetais observadas na dieta de *Carollia perspicillata* ao longo de sua distribuição demonstram a sua plasticidade na exploração de recursos alimentares.

6. CONCLUSÕES

- ✓ As 16 espécies vegetais identificadas nesse estudo, com ocorrência de cinco novas espécies para dieta do grupo (*Annona montana*, *Syagrus coronata*, *Senna georgica*, *Aegiphila vitelliniflora* e *Chomelia obtusa*), evidencia a necessidade de estudos dessa natureza em vista de uma compilação mais efetiva das espécies vegetais que formam a dieta da espécie.
- ✓ Os dados reportados retificam a função de efetivo dispensor, atribuída a *Carollia perspicillata*, que se mantém contínua, independente do período do ano.
- ✓ Na localidade, não foi observada uma preferência alimentar na dieta da espécie. Isso pode ter sido uma realidade local, visto que na área do estudo tinha uma única espécie de *Piper*, diferente do encontrado em outros estudos.

- ✓ Foi corroborado o maior consumo de *Piper* e *Solanum*, recorrentemente citado na literatura.

REFERÊNCIAS

Andrade, T. Y.; W. Thies; P. K. Rogeri; E. K. Kalko; M. A. Mello. 2013. Hierarchical fruit selection by Neotropical leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 94(5): 1094-1101.

Ascorra, C. F. e D. E. Wilson. 1992. Bat frugivory and seed dispersal in the Amazon, Loreto, Peru. *Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos (A)*, Lima 43: 1-6.

Ascorral, C. D.; L. Gorchov; F. Cornejo. 1989. Observaciones en aves y murciélagos relacionados con la dispersión de semillas en el valle del Palcazú, selva central del Perú. *Boletín de Lima* 62: 91-95.

Ayres, M.; M. Ayres Jr.; D. L. Ayres; A. A. S. Santos. 2000. *Bioestat 2.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Belém, Sociedade Civil Mamirauá, 272p.

Batista, C. B.; N. R. Reis; M. I. Rezende. 2016. Nutritional content of bat-consumed fruits in a forest fragment in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, Epub August 15, 2016. <https://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.10115>

Bernard, E. 2001. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge 17 (1): 115-126.

Bianconi, G. V. 2009. Morcegos frugívoros no uso do hábitat fragmentado e seu potencial para recuperação de áreas degradadas: subsídios para uma nova ferramenta voltada à conservação. Tese de doutorado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista, 113p.

Bizerril, M. X. A. e A. Raw. 1997. Feeding specialization of two species of bats and the fruit quality of *Piper arboreum* in a Central Brazilian gallery forest. *Revista de Biologia Tropical* 45(2):913-918.

- Bizerril, M. X. A. e Raw, A. 1998. Feeding behaviour of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge 14(1): 109-114.
- Bobrowiec, P. E. D. e R. Gribel. 2010. Effects of different secondary vegetation types on bat community composition in Central Amazonia, Brazil. *Animal Conservation* 13(2): 204-216.
- Bredt, A.; W. Uieda; W. A. Pedro. 2012. Plantas e Morcegos, na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. *Rede de Sementes do Cerrado*, Brasília, 273p.
- Carvalho, M. C. 2008. Frugivoria por morcegos em Floresta Estacional Semidecídua: dieta, riqueza de espécies e germinação de sementes após passagem pelo sistema digestivo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, 89p.
- Charles-Dominique, P. e A. Cockle. 2001. Frugivory and seed dispersal by bats. In: F. Bongers; P. Charles-Dominique; P. M. Forget; M. Théry (Eds). *Nouragues: dynamics and plant-animal interactions in a Neotropical rainforest*. Kluwer Academic Publishers. Boston. Springer Netherlands, p.207-216.
- Charles-Dominique, P. 1986. Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: *Cecropia*, birds and bats in French Guyana. In: A. Estrada e T. H. Fleming (Eds). *Frugivores and seed dispersal*. Springer Netherlands, p. 119-135.
- Charles-Dominique, P. 1991. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 7(2): 243-256.
- Charles-Dominique, P. 1993. Speciation and coevolution: an interpretation of frugivory phenomena. *Vegetatio* 107(1): 75-84.
- Clark, J. S.; Silman, M.; R. Kern; E. Macklin; J. HilleRisLambers. 1999. Seed dispersal near and far: patterns across temperate and tropical forests. *Ecology* 80(5): 1475-1494.
- Cockle, A. 1997. Modalités de dissémination et d'établissement de lianes de sous-bois (Cyclanthaceae et Philodendron) en Forêt Guyanaise. Tese de Doutorado, Université Paris VI, 426p.

Colwell, R. K.; A. Chao; N. J. Gotelli; Lin, S. Y.; C. X. Mao; R. L. Chazdon; J. T. Longino. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of plant ecology* 5(1): 3-21.

Colwell, R. K. e J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London, Series B*, 345: 101-118.

Delaval, M. 2004. Impacts des perturbations d'origine anthropique sur les peuplements de chauves-souris en Guyane française. Tese de Doutorado, Université Paris VI: 213pp.

Delaval, M.; Henry, M.; Charles-Dominique, P. 2005. Interspecific competition and niche partitioning: example of a Neotropical rainforest bat community. *Revue d'écologie* 60(2): 149-165.

Dumont, E. R. 2003. Bats and fruit: an ecomorphological approach. In: T. H. Kunz e M. B. Fenton (Eds). *Bat Ecology*. University of Chicago Press, Chicago, IL, pp. 398–429.

Fabián, M. E.; A. M. Rui; J. L. Waechter. 2008. Plantas utilizadas como alimentos por morcegos (Chiroptera, Phyllostomidae), no Brasil. In: N. R. Reis; A. D. Peracchi; G. A. S. D. Santos. *Ecologia de Morcegos*. Londrina. Technical Books Editora, p. 51-70.

Fleming, T. H. 1979. Do tropical frugivores compete for food? *American Zoologist* 19(4): 1157-1172.

Fleming, T. H. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: A. Estrada e T. H. Fleming (Ed). *Frugivores and seed dispersal*. Springer Netherlands. Dordrecht, W. Junk Publisher: 105-118.

Fleming, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 13, 365p

Fleming, T. H. 1991. The relationship between body size, diet, and habitat use in frugivorous bats, genus *Carollia* (Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 72(3): 493-501

Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4):422-423.

Foresta, H.; P. Charles-Dominique; C. Erard; M. F. Prévost. 1984. Zoochorie et premiers stades de la régénération naturelle après coupe en forêt guyanaise. *La Terre et la Vie: Revue d'Ecologie* 39(4): 369-400.

Fournier, L. A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4): 422-423.

Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana* 73: 57-74.

García, D.; I. Martínez; J. R. Obeso. 2007. Seed transfer among bird-dispersed trees and its consequences for post-dispersal seed fate. *Basic and Applied Ecology* 8(6): 533-543.

Garcia, Q. S.; J. L. Rezende; L. Aguiar. 2000. Seed dispersal by bats in a disturbed area of Southeastern Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 48(1): 125-128.

Gentry, A. H. 1974. Coevolutionary patterns in Central American Bignoniaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 728-759.

Giannini, N. P. e E. K. Kalko. 2004. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. *Oikos* 105(2): 209-220.

Gomes, C. A.; R. Paiva; R. C. Herrera.; P. D. O. Paiva, 2010. Micropropagation of *Maclura tinctoria* L.: an endangered woody species. Viçosa, MG. *Revista Árvore* 34(1): 25-30.

Gomes, L. A. C. 2013. Morcegos Phyllostomidae (Mammalia, Chiroptera) em um remanescente de Floresta Atlântica no sudeste do Brasil: composição de espécies, sazonalidade e frugivoria. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 78p.

Gorchov, D. L.; F. Cornejo; C. F. Ascorra; M. Jaramillo.1993. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetatio* 107(1): 339-349.

- Gorchov, D. L.; F. Cornejo; C. F. Ascorra; M. Jaramillo. 1995. Dietary overlap between frugivorous birds and bats in the Peruvian Amazon. *Oikos*, p. 235-250.
- Groweiss, A.; J. H. Cardellina.; M. R. Boyd. 2000. HIV inhibitory prenylated xanthenes and flavones from *Maclura tinctoria*. *Journal of natural products* 63: 1537–1539.
- Guimarães, M. D. M. 2014. Morcegos cavernícolas do Brasil: composição, distribuição e serviços ambientais. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras. 135p.
- Hammer, Ø.; D. A. T. Harper; P. D. Ryan. 2001. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4, 9p.
- Heithaus, E. R. e T. H. Fleming. 1978. Foraging movements of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata* (Phyllostomatidae). *Ecological Monographs* 48(2): 127-143.
- Heithaus, E. R. 1982. Coevolution between Bats and Plants. In: T. H. Kunz (Ed). *Ecology of Bats*. New York: Plenum Press, p. 327-367.
- Heithaus, E. R.; T. H. Fleming; P. A. Opler. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology* 56(4): 841-854.
- Howe, H. F. e J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics*, 13: 201-228.
- Jaeger, R. G. 1972. Food as a limited resource in competition between two species of terrestrial salamanders. *Ecology* 53(3): 535-546.
- Jordano, P. e E. W. Schupp. 2000. Seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological monographs* 70(4): 591-615.
- Jordano, P.; M. Galetti; M. A. Pizo; W. R. Silva. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: Duarte, C. F.; Bergallo, H. G.; Dos Santos, M. A. e Va, A. E. (Eds.). *Biologia da conservação: essências*. Ed. Rima, São Paulo, p. 411-436.
- Kalko, E. K. V. e M. Ayasse. 2009. Study and analysis of odor involved in behavioral ecology of bats. *Ecological and behavioral methods for the study of bats*, 2nd ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, p. 491-499.

- Kunz, T. H., E. B. T.; D. Bauer; T. Lobova; T. H. Fleming. 2011. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1223:1–38.
- Lima, I. P., M. R. Nogueira; L. R. Monteiro; A. L. Peracchi. 2016. Frugivoria e dispersão de sementes por morcegos na Reserva Natural Vale, Sudeste do Brasil. In: S. G. Rolin; L. F. T. Menezes; A. C. Srbek-Araujo. *Floresta Atlântica de Tabuleiro: Diversidade e Endemismo na Reserva Natural Vale*, p. 353-373.
- Lobova, T. A.; C. K. Geiselman; S. A. Mori. 2009. Seed Dispersal by Bats in the Neotropics. *The New York Botanical Garden Press*, 471p.
- MacArthur, R. H. e E. R. Pianka. 1966. On optimal use of a patchy environment. *American Naturalist* 100: 603-609.
- 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.
- Marshall, A. J. e M. Leighton. 2006. 12 How does food availability limit the population density of white-bearded gibbons? *Feeding ecology in apes and other primates* 48, 313p.
- Mello, M. A. R. 2002. Interações entre o morcego *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758) (Chiroptera: Phyllostomidae) e plantas do gênero *Piper* (Linnaeus, 1737) (Piperales: Piperaceae) em uma área de Mata Atlântica. M. Sc. Dissertation (Ecology). Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Mello, M. A. R. 2009. Temporal variation in the organization of a Neotropical assemblage of leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Oecologica* 35(2): 280–286.
- Mello, M. A. R.; G. M. Schittini; P. Selig; H. G. Bergallo. 2004. Seasonal variation in the diet of the bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in an Atlantic Forest area in southeastern Brazil. *Mammalia* 68(1): 49-55.
- Mello, M. A. R.; F. M. D. Marquitti; P. R. Guimarães Jr; E. K. V. Kalko; P. Jordano; M. A. M. Aguiar. 2011. The missing part of seed dispersal networks: structure and robustness of bat-fruit interactions. *PLoS One*, 6(2): e17395.

Mello, R. D. M. 2013. Morcegos (Chiroptera: Phyllostomidae) No Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil: Composição da Assembléia e Frugivoria. Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada. Universidade Federal de Juiz de Fora.

Mikich, 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.; G. V. Bianconi; B. H. L. N. S. Maia; S. D. Teixeira. 2003. Attraction of the fruit-eating bat *Carollia perspicillata* to *Piper gaudichaudianum* essential oil. *Journal of chemical ecology*, 29(10), 2379-2383.

Morellato, L. P. C.; D. C. Talora; A. Takahasi; C. C. Bencke; E. C. Romera; V. B. Zipparro. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest Trees: A Comparative Study1. *Biotropica* 32(4): 811-823.

Muller, M. F. e N. D. Reis. 1992. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae). *Revista brasileira de Zoologia* 9(4): 345-355.

Newstrom, L. E.; G. W. Frankie; H. G. Baker. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, p. 141-159.

Orr, T. J.; J. Ortega; R. A. Medellín; C. D. Sánchez; K. A. Hammond. 2016. Diet choice in frugivorous bats: gourmets or operational pragmatists? *Journal of Mammalogy* 97(6): 1578-1588.

Passos, F. C.; W. R. Silva; W. A. Pedro; M. R. Bonin. 2003. Frugivoria em morcegos (Mammalia, Chiroptera) no Parque Estadual Intervales, sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba 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.

- Pedro, W. A. e V. A. Taddei. 2002. Temporal distribution of five bat species (Chiroptera, Phyllostomidae) from Panga Reserve, south-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 19(3): 951-954.
- Prata, A. P. N.; M. C. V. Farias; M. F. Landim. 2015. Flora de Sergipe. Volume 2. 1ª Edição. Aracaju: Criação Editora. 2: 300p.
- Reis, N. D. e A. L. Peracchi. 1987. Quirópteros da região de Manaus, Amazonas, Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia* 39(20): 161-182.
- Reis, N. R.; A. L. Peracchi; W. A. Pedro; I. P. Lima (Eds). 2007. *Morcegos do Brasil*. Univesidade Estadual de Londrina.
- Reis, R. N.; J. L. Guillaumet. 1983. Les chauves-souris frugivores de la région de Manaus et leur rôle dans la dissémination des espèces végétales. *Revue D Ecologie – La Terre Et La Vie*, Paris 38: 147-168
- Ricardo, M. C. D. C. 2013. Germinação de sementes e importância relativa da qualidade, disponibilidade e morfologia de frutos na dieta de *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.
- Salazar, D.; D. H. Kelm; R. J. Marquis. 2013. Directed seed dispersal of *Piper* by *Carollia perspicillata* and its effect on understory plant diversity and folivory. *Ecology* 94(11): 2444-2453.
- Sánchez, M. S.; N. P. Giannini; R. M. Barquez. 2012. Bat frugivory in two subtropical rain forests of northern Argentina: testing hypotheses of fruit selection in the Neotropics. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 77(1): 22-31.
- Santana, J. P.; Rocha, P. A.; Silva, T. R.; Ribeiro, A. R.; Prata, A. P. N. 2017. Floristic Characterization Of The Ibura National Forest, Nossa Senhora Do Socorro, State Of Sergipe, Brazil (no prelo).

Sazima, M.; S. Buzato; I. Sazima.2003. *Dysochroma viridiflorum* (Solanaceae): a reproductively bat- dependent epiphyte from the Atlantic rainforest in Brazil. *Annals of Botany* 92(5): 725-730.

Silvestre, S. M.; P. A. Rocha; M. A. Cunha; J. P. Santana; S. F. Ferrari.2016. Diet and seed dispersal potential of the white-lined bat, *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810), at a site in northeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 51(1): 37-44.

Thies, W. e E. K. Kalko.2004. Phenology of neotropical pepper plants (Piperaceae) and their association with their main dispersers, two short- tailed fruit bats, *Carollia perspicillata* and *C. castanea* (Phyllostomidae). *Oikos* 104(2): 362-376.

Uhl, C.; K. Clark; H. Clark; P. Murphy. 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. *The Journal of Ecology*, p. 631-649.

Uieda, W. e J. Vasconcellos-Neto.1984. Dispersão de *Solanum* spp.(Solanaceae) por morcegos, na região de Manaus, AM, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 2(7): 449-458.

Van der Pijl. L. 1957. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). *Plant Biology* 6(3): 291-315.

Van der Pijl, L. 1982. Principles of dispersal. Berlin: Springer-Verlag.

Villalobos-Chaves, D.; S. Padilla-Alvárez; B. Rodríguez-Herrera.2016. Seed predation by the wrinkle-faced bat *Centurio senex*: a new case of this unusual feeding strategy in Chiroptera. *Journal of Mammalogy* 97(3): 726-733.

Willig, M. R.; G. R. Camilo; S. J. Noble. 1993. Dietary overlap in frugivorous and insectivorous bats from edaphic cerrado habitats of Brazil. *Journal of Mammalogy*, 74: 117-128.

Zsanett, H. e J. Hohmann. 2012. An ethnopharmacological survey of the traditional medicine utilized in the community of Porvenir, Bajo Paraguá Indian Reservation, Bolivia. *Journal of ethnopharmacology* 139(3): 838-857.

CAPÍTULO 2: Padrões germinativos de sementes de espécies pioneiras após passagem pelo sistema digestivo de morcegos (Chiroptera: Phyllostomidae)

RESUMO

A contribuição dos morcegos na germinação das sementes que são submetidas a endozoocoria ainda é uma incógnita. Os estudos com essa abordagem, em geral, partem da premissa que o referido mecanismo pode melhorar os parâmetros germinativos das sementes. Esse estudo se propôs a avaliar o efeito da endozoocoria de *Platyrrhinus lineatus* e *Carollia perspicillata* na germinação das espécies vegetais por elas preferidas. O estudo foi realizado em duas áreas de Mata Atlântica. A primeira trata-se de um abrigo sob-rocha calcária, habitada por morcegos da espécie *C. perspicillata* no município de Laranjeiras-Sergipe. A segunda área, foi o campus de São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe, que contempla um agrupamento de *P. lineatus*. As coletas das fezes para análise da endozoocoria foram realizadas por meio de lonas estendidas abaixo dos agrupamentos das respectivas espécies, durante 72 horas/mês. Os testes de germinação foram realizados ao ar livre e formados por um grupo controle e um grupo teste. Cada grupo foi formado por quatro réplicas, com 400 sementes cada, por espécie. Foi considerado o tempo médio de germinação (TMG), o índice de velocidade da germinação (IVG), a sincronia e a germinabilidade das sementes por tratamento. *C. perspicillata* manteve neutro os padrões germinativos da espécie *M. tinctoria*. Em *P. amalago*, a endozoocoria também foi neutra para germinabilidade, porém o TMG, o IVG e a Sincronia das sementes do grupo teste foram significativamente menores do que as do grupo controle. À exceção da germinabilidade do grupo teste que foi maior que o controle, os parâmetros germinativos de *S. paniculatum* mantiveram-se neutros. Para *P. lineatus*, à exceção do TMG do teste, que foi significativamente menor que o grupo controle, não foram observadas diferenças significativas para *S. paniculatum*. *C. perspicillata* demonstrou aumentar significativamente a germinabilidade de *S. paniculatum* em relação *P. lineatus*. Os dados desse estudo evidenciam o papel funcional das referidas espécies de morcegos na efetividade da dispersão. Sugere-se a execução de estudos endozoocóricos com delineamentos experimentais que contemplem a amplitude de variáveis que podem interferir no processo.

PALAVRAS-CHAVE: efetividade da dispersão, dispersão de sementes, delineamento experimental, endozoocoria

Germination patterns of seeds of pioneer species after passage through the digestive system of bats (Chiroptera: Phyllostomidae)

ABSTRACT

The contribution of bats to the germination of seeds that are submitted to endozoochory is still unknown. The studies with this approach, in general, start from the premise that the said mechanism can improve the seed germination parameters. This study aimed to evaluate the effect of the endozoochory of *Platyrrhinus lineatus* and *Carollia perspicillata* on the germination of the plant species that they prefer. The study was carried out in two areas of Atlantic Forest. The first is a limestone under-rock shelter inhabited by bats of the species *C. perspicillata* in the municipality of Laranjeiras-Sergipe. The second area was the São Cristóvão campus of the Federal University of Sergipe, which includes a group of *P. lineatus*, which have resided in the Central Library for at least five years. Fecal samples were analyzed for endozoochory by means of plastic tarpaulins extended below the group of the respective species for 72 hours/month. The germination tests were performed outdoors and composed by two treatments, a control group and a test group. Each treatment consisted of four replicates, with 400 seeds each, by species. Mean germination time (MGT), germination speed index (GSI), seed synchrony and germinability were considered. *C. perspicillata* kept the germination patterns of the *M. tinctoria* species neutral. In *P. amalago*, endozoochory was also neutral for germinability, but the MGT, GSI and Synchrony of the seeds of the test group were significantly lower than those in the control group. With the exception of the germinability of the test group that was greater than the control, the germination parameters of *S. paniculatum* remained neutral. For *P. lineatus*, except for the MGT test, which was significantly lower than the control group, no significant differences were observed for *S. paniculatum*. *C. perspicillata* significantly increase the germinability of *S. paniculatum* in relation to *P. lineatus*. The data of this study shows the functional role of these species of bats in the dispersal effectiveness of seeds. It is suggested the execution of endozoochorous studies with concise experimental designs that contemplate the amplitude of variables that can interfere in the process.

KEY WORDS: dispersion effectiveness, seed dispersion, experimental design, endozoochory

1. INTRODUÇÃO

Pode-se definir dispersão como o movimento de um indivíduo ou diásporo para longe do seu local de origem (Van der Pijl 1982). No caso específico das plantas, a dispersão configura o movimento das sementes ou diásporo para longe da planta-mãe (Levin et al. 2003; Van der Pijl 1982). Os eventos de dispersão são efetuados de forma abiótica, através de mecanismos promotores, tais como o vento (anemocoria); ou biótica, através do transporte por animais (zoocoria) (Clobert et al. 2012; Muscarella e Fleming 2007). Entre os benefícios decorrentes do processo de dispersão vegetal, está a redução da competição intra-específica, tanto das plântulas entre si quanto com a planta-mãe (Howe e Smallwood 1982).

No tocante à zoocoria, esse processo é diretamente influenciado pelas características ecológicas do agente dispersor, que influencia na proporção de frutos removidos da planta, na distância em que é deslocado, no tratamento dado às sementes durante a translocação e, por fim, no local onde as sementes serão depositadas (Figueroa e Castro 2002; Gorchov et al. 1993; Lobova et al. 2009). Van der Pijl (1982), agrupou em subcategorias os mecanismos pelos quais a zoocoria é realizada, ou seja, a forma pela qual o animal faz o transporte das sementes. São a elas a epizoocoria, sinzoocoria e a endozoocoria.

A sinzoocoria pode ser definida como um dos mecanismos de dispersão no qual as sementes são translocadas ativamente (inverso a epizoocoria) sem serem ingeridas. A endozoocoria por sua vez, executa o processo dispersivo, após passagem da semente pelo sistema digestivo do frugívoro. Esse processo pode influenciar os padrões germinativos das sementes, a depender do frugívoro executor da endozoocoria (Barnea et al. 1991; Traveset 1998). Isso porque, o tempo da retenção da semente no intestino do animal varia por espécie, fator crucial para o aceleração ou retardo da germinação (Schupp et al. 2010).

Existem três hipóteses que subsidiam a ação da endozoocoria como mecanismo favorável a reprodução germinativa: *i*) remoção de patógenos e inibidores da germinação pela retirada da mucilagem que envolve a semente (Heer et al. 2010; Lobova et al. 2003; Naranjo et al. 2003); *ii*) escarificação do tegumento da semente, processo que pode ser dar de maneira química ou mecânica e promover a superação da dormência (Janzen 1983; Mckey 1975); *iii*) aporte nutricional proporcionado pelo material fecal que acompanha as sementes (Guimarães 2014; Traveset e Verdú 2002).

Em morcegos frugívoros, as sementes demoram, em média, 28 minutos para ser processada (Fleming 1988; Laska 1990). O sistema metabólico acelerado e a rápida digestão tendem a proporcionar que as sementes saiam intactas após passagem pelo trato digestivo (Fleming 1988; Muscarella e Fleming 2007). Mais além, os estímulos químicos e mecânicos recebidos pelas sementes durante a passagem, podem ajudar na superação da dormência, permitindo a germinação (Schupp et al. 2010). Os trabalhos que abordaram o efeito da endozoocoria de morcegos em algum dos parâmetros da germinação das sementes tiveram respostas variadas (Lopez e Vaughan 2004; Sato et al. 2008; Tang et al. 2007; Traveset 1998). A análise da germinabilidade, por exemplo, gerou respostas positivas (Ricardo 2013), negativas (Lopez e Vaughan 2004) e neutras (Sato et al. 2008).

Assim, observa-se que a passagem das sementes pelo sistema digestivo de morcegos tem resultados imprevisíveis, complexos e parecem diferir significativamente a depender da espécie em questão, do tempo de estudo ou ainda da metodologia abordada (Black et al. 2012; Ranal e Santana 2006; Schupp 1993; Schupp et al. 2010). Estudos com essa abordagem, em geral, partem da premissa que o mecanismo de dispersão por endozoocoria pode melhorar o processo de reprodução germinativa das sementes (Schupp 1993), embasados em algumas constatações mutualísticas específicas no referido processo (Noble 1975). Porém, a falta de dados concisos, tem impossibilitado a inferência dessa abordagem.

Carollia perspicillata e *Platyrrhinus lineatus*, por exemplo, são espécies amplamente distribuídas e abundantes na região Neotropical (Arita 1993). Tais características tornam essas espécies eficientes dispersores de sementes nos mais variados biomas (Fleming 1988; Lobo et al. 2009). Porém, quando se tenta refinar as interações endozoocóricas desses frugívoros e seus recursos, os dados são incipientes, prejudicando as interpretações sobre essa interação (Lobo et al. 2009). Esse quadro tem dificultado o conhecimento integrado da participação dos morcegos nos processos germinativos, impossibilitando a delimitação de padrões de associação entre as diversas espécies que executam a endozoocoria e as sementes por eles ingeridas (Traveset 1998). Nota-se por fim, a necessidade de estudos que ajudem na elucidação dessa problemática.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Ampliar o conhecimento sobre a influência de morcegos filostomídeos frugívoros na germinação de sementes de espécies pioneiras, investigando se a passagem pelo trato digestivo dos morcegos favorece a reprodução germinativa das espécies endozoocóricas preferidas por eles.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar se os padrões de germinação das sementes de algumas espécies de plantas pioneiras são alterados após a passagem pelo sistema digestório de *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810) e *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758).
- Analisar se os índices de germinação de sementes de uma mesma espécie pioneira diferem a depender do dispersor *Platyrrhinus lineatus* e *Carollia perspicillata*.

3. HIPÓTESES

H1: O mecanismo de dispersão por endozococoria realizado pelas espécies *Platyrrhinus lineatus* e *Carollia perspicillata* aumenta os índices de germinação das sementes de espécies vegetais pioneiras.

H2: Uma mesma espécie de planta apresenta padrões germinativos distintos quando ingeridas por diferentes dispersores (*Platyrrhinus lineatus* e *Carollia perspicillata*).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas de Mata Atlântica do estado de Sergipe, as quais contemplam dois abrigos estáveis de morcegos; uma cavidade natural no município de Laranjeiras (Gruta da Janela) e um abrigo artificial localizado na Universidade Federal de Sergipe (UFS), município de São Cristóvão.

A Gruta da Janela (SE-13), trata-se de um abrigo sob-rocha calcária de fácil acesso e exploração, possui aproximadamente 70 m² de área, e com uma entrada de 1,15 m de altura por 4,5 m de comprimento (Fig.11). Situada no povoado Machado (10 49.354S 37 10.460W) (Fig.12). A paisagem do entorno é composta por um fragmento de Mata Atlântica bastante antropizado. A Gruta é habitada por morcegos das espécies *Carollia perspicillata* (Fig.13A) e *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766), as quais formam agrupamentos distintos dentro da cavidade. O agrupamento de *Carollia perspicillata* foi um objeto desse estudo.



Figura 11. Gruta da Janela- utilizada como abrigo permanente por colônias de *Carollia perspicillata* e *Glossophaga soricina*, localizada no povoado Machado, município de Laranjeiras/Sergipe-Brasil.

O campus da UFS (10 55 S e 37 04 W) está localizado no limite entre os municípios de São Cristóvão e Aracaju (Fig.12). É caracterizado por uma arborização com espécies exóticas entre os prédios e por fragmentos de vegetação, composto por arbustos baixos, palmeiras, arvoretas e árvores de até 15 m de altura (Oliveira e Lírio 2000). Dentre as espécies arbóreas podemos encontrar espécies exóticas, a saber: *Coccus nucifera* L. (coqueiro), *Artocarpus heterophyllus* (jaqueiras) e *Terminalia catappa* (amendoeiras) e nativas, como: *Anacardium occidentale* L. (cajuzeiro), *Pachira aquatica* Aubl. (mungubeira) e *Paullinia elegans* Cambess (olho-de-boneca), *Annona* sp., *Cecropia* sp. (embaúba), *Syzygium* sp. (jambeiro) e *Annona muricata* (gravioleira) (Rochaet al. 2010). No prédio Biblioteca Central (BICEN) há um agrupamento de

Platyrrhinus lineatus (residentes a pelo menos cinco anos), o qual foi o segundo objeto desse estudo (Fig.13C).

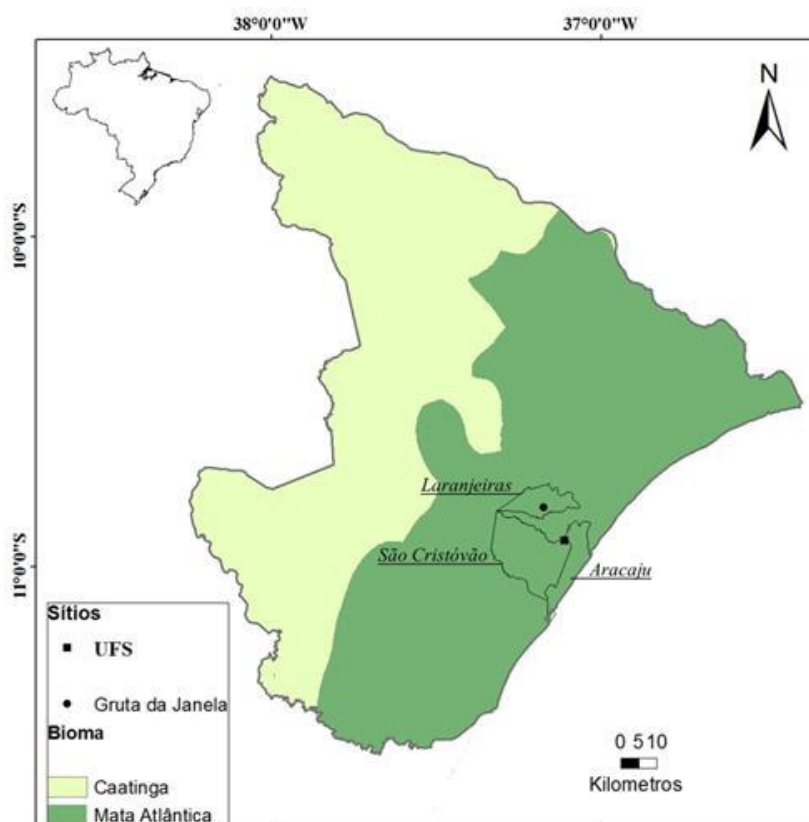


Figura 12. Localização geográfica da Gruta da Janela-Laranjeiras e da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, onde foi estudado um agrupamento de *C. perspicillata* e *Platyrrhinus lineatus*, respectivamente.

4.2. Desenho experimental

Nos ensaios de germinação, cada conjunto testado foi composto por uma espécie de morcego (*Carollia perspicillata* ou *Platyrrhinus lineatus*) e uma espécie de semente por ele ingerida. Também foram testados se os padrões de germinação de uma mesma planta (*Solanum paniculatum*) diferem a partir da ação de diferentes espécies dispersoras (Tab. 4).

Tabela 4. Lista de espécies de morcegos com as respectivas espécies de sementes a serem testadas.

	Morcego	<i>Platyrrhinus lineatus</i>	<i>Carollia perspicillata</i>
Planta			
<i>Maclura tinctoria</i>			X
<i>Piperhispidum</i>			X
<i>Solanum paniculatum</i>		X	X

4.3. Coleta de dados

Sementes ingeridas

A coleta das sementes ingeridas foi realizada por meio de lonas plásticas estendidas abaixo das colônias (Galindo-González et al. 2009) das respectivas espécies de morcegos (Fig.13B-D). Mensalmente, quatro lonas foram estendidas nos abrigos por um período de 72 horas, quando as sementes de cada lona foram recolhidas, considerada como uma amostra independente, acondicionadas em coletoresplásticos e transportadas ao laboratório. Em laboratório, no mesmo dia da coleta, as fezes foram triadas e as sementes endozoocóricas foram separadas por espécie. A identificação das espécies vegetais utilizadas por *Carollia perspicillata* foi feita seguindo Santana et al. (2017), enquanto que as utilizadas por *Platyrrhinus lineatus* foi feita com base em Silvestre et al. (2016), que analisaram a dieta desse mesmo grupo.

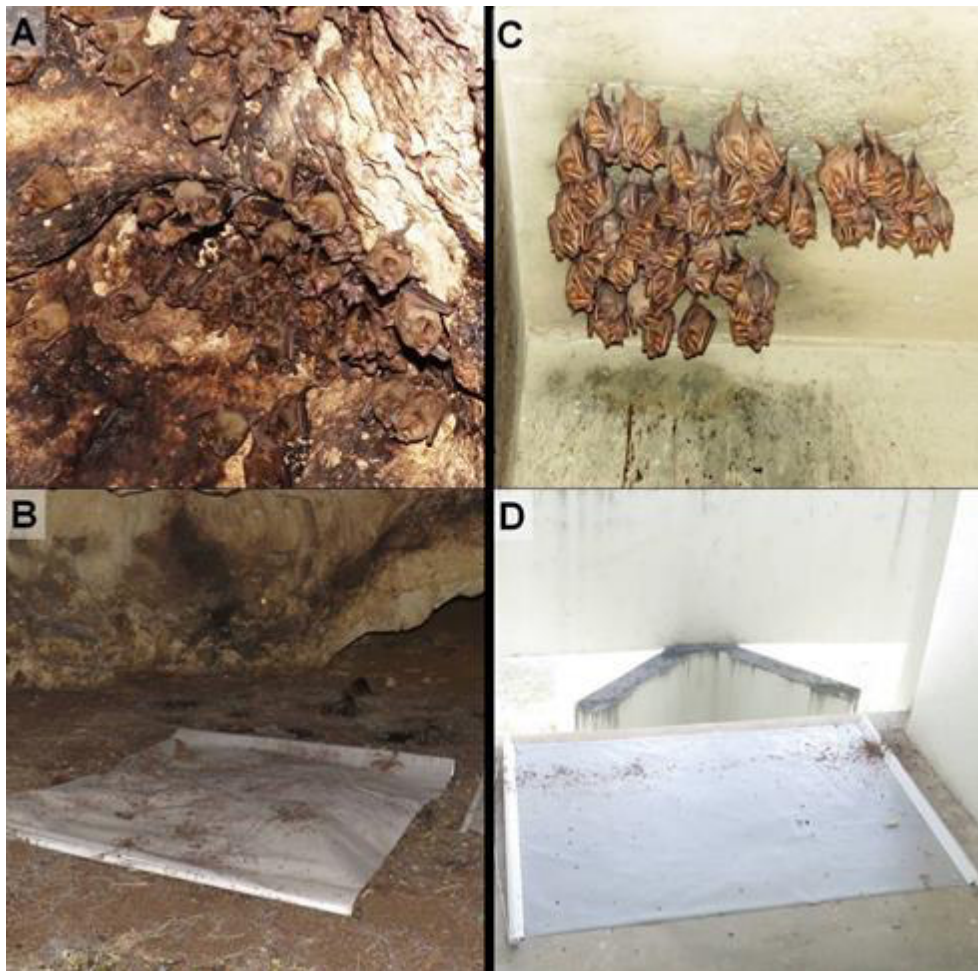


Figura 13. Agrupamento de *Carollia perspicillata* (A) e *Platyrrhinus lineatus* (C) e lona plástica para coleta de sementes nos abrigos (B, D), localizados na Gruta da Janela, Laranjeira, e Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, respectivamente.

Sementes in natura (controle)

A metodologia adotada para coleta de sementes para o experimento proporcionou não somente a obtenção de sementes ingeridas, como também a obtenção de frutos que foram derrubados frequentemente sob os poleiros. Esses frutos foram utilizados para a obtenção de sementes do grupo controle nos experimentos de germinação, diminuindo o viés da escolha arbitrária de frutos por parte do pesquisador. Nesse contexto, um dos diferenciais desse experimento é que tanto o grupo teste quanto o controle foram feitos com sementes de *Maclura tinctoria* e *Piper amalago* provenientes de frutos escolhidos pelo próprio morcego. Esse método, no entanto, não foi utilizado para *S. paniculatum*, pois o número de frutos derrubados sob os poleiros foi insuficiente. Nesse caso, o grupo controle foi obtido de arbustos com frutos maduros localizados próximos aos abrigos.

4.4. Experimentos de germinação

Para realização do experimento, as sementes foram dispostas em bandejas de isopor (200 células) com substrato comercial TropstratoHT®, sobre uma bancada de madeira em um viveiro telado (3x2x4m) sob condição ambiente (Fig.14).

As sementes foram checadas a cada 24 horas, no qual foram anotados o número de novas germinações a cada dia. Os experimentos foram finalizados quando, após o início do processo germinativo, nenhum registro de germinação for obtido durante 15 dias consecutivos. Cada conjunto experimental foi formado por 4 réplicas com 400 sementes cada.



Figura 14. Experimento de germinação de espécies pioneiras em condições ambientes.

4.5. Análise

Foi considerado o tempo médio da germinação (TMG), o índice de velocidade da germinação (IVG), a sincronia (S) e a porcentagem de sementes germinadas por tratamento (germinabilidade). Para análise da porcentagem das sementes germinadas foi observado o número das sementes semeadas, e o número de sementes que germinaram. O número de sementes germinadas por dia foi a medida da sincronia. O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi obtido por meio da fórmula de Maguire (1962):

$$IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn;$$

onde:

IVG = índice de velocidade de germinação;

G1; G2...; ...Gn = número de sementes germinadas na primeira, na segunda; até a última contagem, respectivamente.

contagem;

N1, N2, Nn = número de dias de semeadura na primeira, na segunda, até a última contagem, respectivamente.

O tempo médio de germinação (TMG) foi obtido através de contagens diárias das sementes germinadas, sendo os resultados expressos em dias, através da fórmula proposta por Labouriau (1983):

$$TMG = \Sigma (ni \times ti) / \Sigma ni;$$

onde:

TMG = tempo médio de germinação (dias),

ni = número de sementes germinadas por dia

ti = tempo decorrido entre o início da germinação e a *n*-ésima contagem.

Visto a dificuldade de mensurar o início do processo germinativo, aceitou-se a definição de germinação proposta por Izhaki (1995), que define o processo a partir do aparecimento de qualquer estrutura a partir das sementes (Fig.15).



Figura 15. Visualização de estruturas da espécie *Piper amalago* observadas diariamente para análise de teste de germinação.

Os dados de análise foram processados pelo software GerminaQuant versão 1.0 (Marques et al. 2015). Para identificar possíveis alterações no padrão de germinação das sementes após a passagem pelo sistema digestivo de *Platyrrhinus lineatus* e *Carollia perspicillata*, primeiramente, foi feita a verificação da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. E verificada a normalidade foi utilizado o teste *t de Student* para verificação de possíveis diferenças nos padrões encontrados entre o grupo teste e o controle, das respectivas espécies individualmente, analisados através do programa *BioEstat 5.0*, com índice de significância igual a 0,05.

O mesmo teste foi realizado para análise de possíveis diferenças nos padrões germinativos de sementes de uma mesma espécie (*Solanum paniculatum*) após passagem pelo sistema digestório entre as espécies *Carollia perspicillata* e *Platyrrhinus lineatus*.

5. RESULTADOS

No universo de 400 sementes de cada réplica, totalizando em 1.600 sementes por espécie, todas as sementes eliminadas com as fezes estavam morfologicamente intactas. Para a espécie *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud (Moraceae) uma média de 67,18 % (± 5 DP) germinaram no grupo teste e 71% (± 11 DP) no grupo controle, não havendo diferença significativa em nenhum dos padrões observados (Tab. 4). A germinação das sementes iniciou-se por volta do décimo dia, tanto para o teste quanto para o controle (Fig. 16). As maiores porcentagens de germinação foram observadas no

décimo quinto dia para o grupo controle (13,2%) e no vigésimo segundo (8,5%) para o teste.

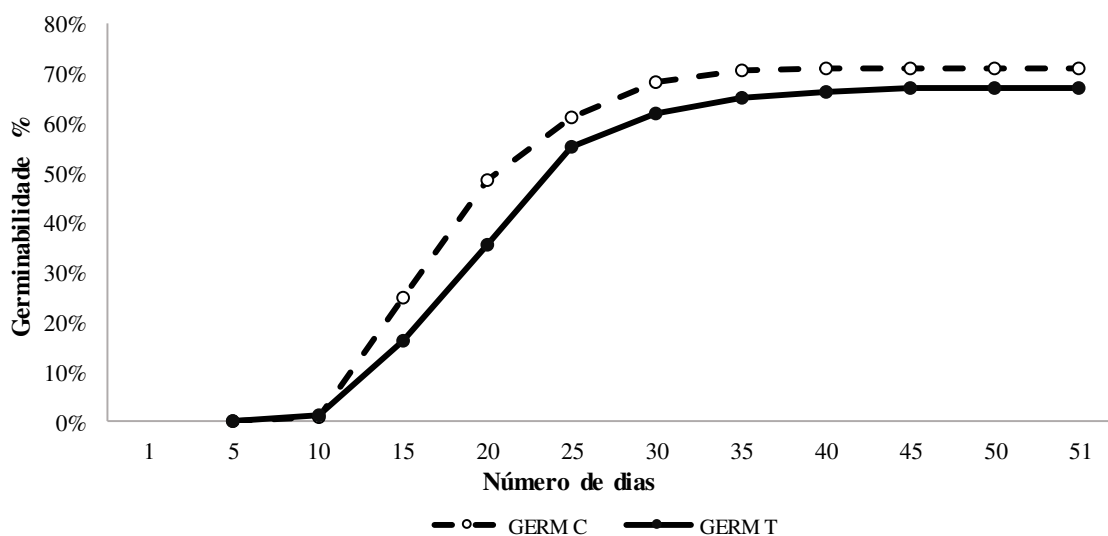


Figura 16. Germinabilidade (%) de sementes de *Maclura tinctoria* consumidas por *Carollia perspicillata* e colocadas para germinar em condições ambiente. Linha tracejada indica a germinabilidade do controle (GERM C) e a linha contínua a do Teste (GERM T).

O TMG para o grupo controle foi de 18,87 dias ($\pm 1,57$) e para o teste 20,69 ($\pm 2,7$). O tempo inicial para a germinação entre os tratamentos teve variância de apenas 1 dia, e embora os índices de velocidade e sincronização não apresentem diferenças significativas entre os tratamentos analisados (teste e controle) (IVG; $p = 0,3$ / Sincronia; $p = 0,6$).

Tabela 5. Tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), índice de sincronização e germinabilidade de sementes de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud (Moraceae) consumidas por *Carollia perspicillata* e colocadas para germinar em condições ambientes.

	Controle (SD)	Teste (SD)	Test (t)	Test (p)
TMG	18,875 ($\pm 1,57$)	20,69 ($\pm 2,7$)	1,3	0,2
IVG	0,05375 ($\pm 0,006$)	0,0485 ($\pm 0,006$)	1,2	0,3
Sincronia	0,052 ($\pm 0,028$)	0,061 ($\pm 0,017$)	0,2	0,6
Germinabilidade (%)	71,00 ($\pm 11,0$)	67,18 ($\pm 5,0$)	0,1	0,5

Para a espécie *Piper amalago* uma média de 33 % (± 7 DP) germinaram no grupo teste e 31% (± 14 DP) no grupo controle, não havendo diferença significativa quanto as porcentagens de sementes germinadas (Tab. 5). A germinação das sementes iniciou-se por volta do vigésimo segundo dia (± 1) para o controle, e vigésimo primeiro

(±1) para o teste (Fig. 17). As maiores porcentagens de germinação foram observadas vigésimo sétimo dia para o grupo controle (9%) e no vigésimo nono (8%) para o teste. O TMG, o IVG e a Sincronia diferiram significativamente entre os tratamentos.

Tabela 6. Tempo médio de germinação, velocidade média de germinação (IVG), índice de sincronização e germinabilidade de sementes de *Piper amalago* consumidas por *Carollia perspicillata*.

	Controle (SD)	Teste (SD)	Test (t)	Test (p)
TMG	32,34 (± 0,7)	36,91 (± 2,02)	-1,1	0,02
IVG	0,0308(± 0,0006)	0,0278 (± 0,006)	3,5	0,01
Sincronia	0,06875(± 0,0142)	0,0435 (± 0,0009)	2,9	0,02
Germinabilidade	31% (± 14,0)	33% (± 7,83)	-0,1	0,8

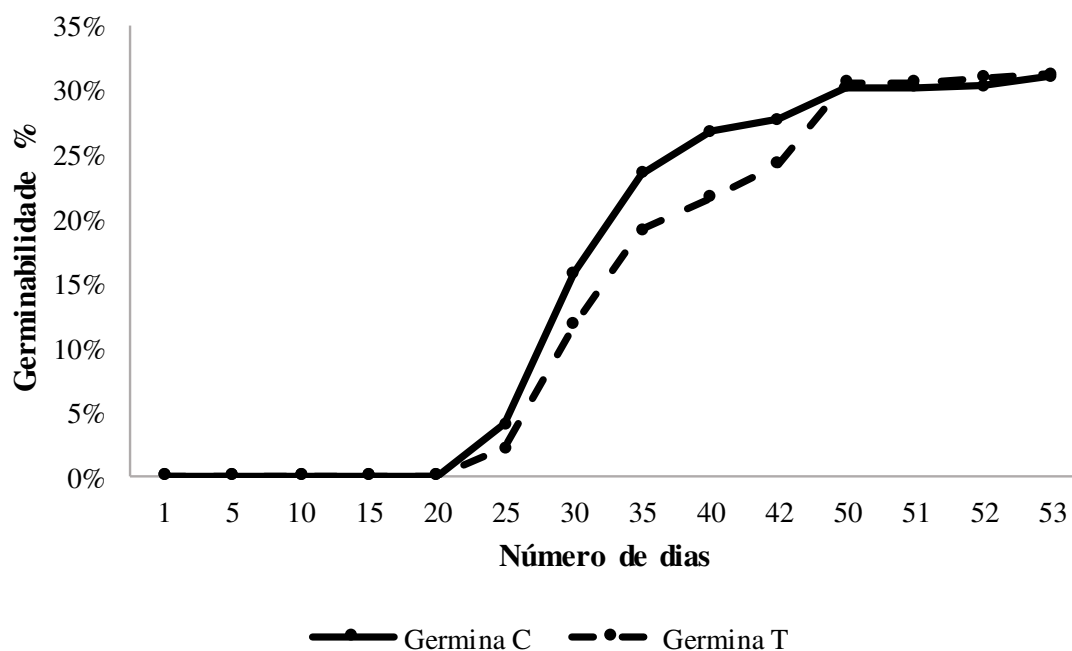


Figura 17. Germinabilidade (%) de sementes de *Piper amalago* consumidas por *Carollia perspicillata* e colocadas para germinar em condições ambiente. Índices do grupo Controle (C) e Teste (T).

Dentre as espécies analisadas, *Solanum paniculatum* foi a que apresentou menor porcentagem de germinação, tanto para o grupo controle, quanto para o grupo teste, para as duas espécies de morcegos. Para *C. perspicillata* não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros germinativos entre o grupo teste e controle. Vale ressaltar porém, que os dados de germinabilidade foram influenciados por um *outlier* (Fig. 18). Na ausência desse ponto, observa-se dois agrupamentos distintos, no qual o grupo teste

possue uma porcentagem de germinação significativamente maior que o grupo controle ($t = -5,64, p = 0,004$).

Para *P. lineatus*, há exceção do TMG do teste, que foi significativamente menor que o grupo controle (Tab.6), não foram observadas diferenças significativas. *C. perspicillata* demonstrou aumentar significativamente a germinabilidade *S. paniculatum* com relação a *P. lineatus* (Fig. 18, $t = 3,28, p = 0,01$).

Tabela 7. Tempo médio de germinação, velocidade média de germinação (IVG), índice de sincronização e germinabilidade de sementes de *Solanum paniculatum* consumidas por *C. perspicillata* e *P. lineatus*.

	Control (SD)	Test (SD)	Test t	Valor (p)
<i>Carollia perspicillata</i>				
TMG	42 (± 16.24)	34 (± 4.7)	5.95	0.5
IVG	0,0225 (± 0.007)	0,0285 (± 0.003)	-1,19	0.2
Sincronia	0,1095 (± 0.15)	0,0852 (± 0.05)	1.74	0.1
Germinabilidade	0.023(± 0.031)	0.064(± 0.30)	-1.9	0.5
<i>Platyrrhinus lineatus</i>				
TMG	42 (± 16.24)	14.12 (± 16.69)	3.08	0.01
IVG	0,0225 (± 0.007)	0.01 (± 0.02)	0.6	0.5
Sincronia	0,1095 (± 0.15)	0.07 (± 0.08)	0.4	0.6
Germinabilidade	0.023(± 0.031)	0.01 (± 0.01)	1.3	0.24

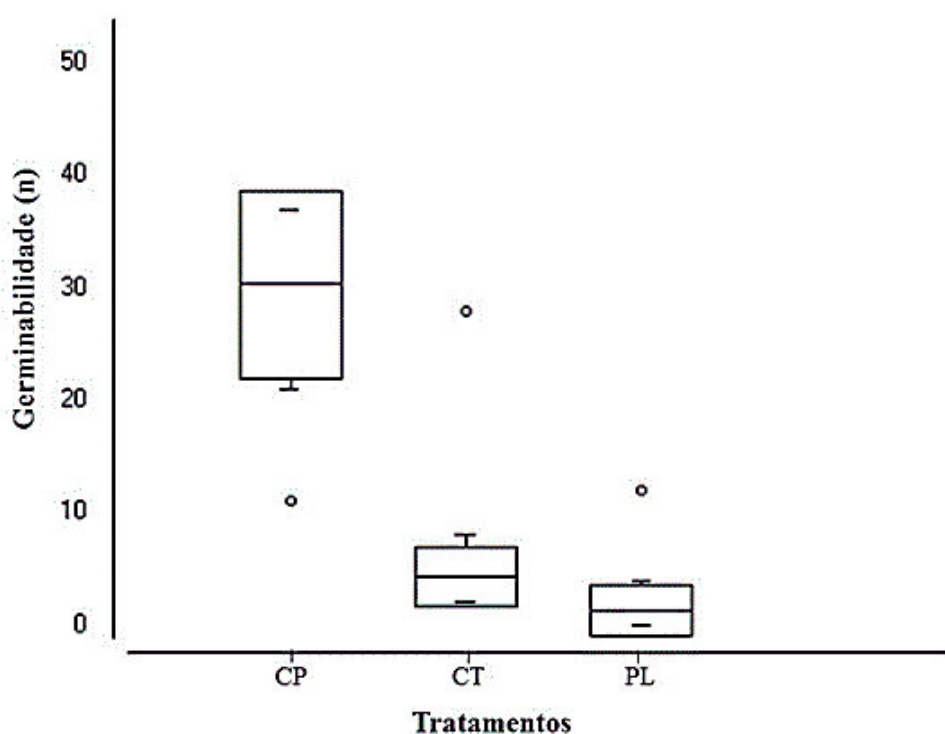


Figura 18. Porcentagem de germinação de sementes de *Solanum paniculatum* antes (controle = CT) e depois da passagem pelo sistema digestivo de *Carollia perspicillata* (CP) e *Platyrrhinus lineatus* (PL). As médias foram representadas por linhas horizontais dentro dos boxplot. Outliers foram ilustrados em forma de pontos.

6. DISCUSSÃO

Nossos resultados mostram que a passagem das sementes de *M. tinctoria* pelo trato digestivo de *C. perspicillata* não altera significativamente nenhum dos parâmetros germinativos aqui analisados. Estudos realizados por Oliveira e Lemes (2010) e Figueiredo e Perin (1995), também não encontraram diferenças nos parâmetros germinativos de outras espécies de Moraceae entre o grupo controle (sementes provenientes dos frutos) e teste (sementes provenientes das fezes de morcegos).

O fato do grupo teste apresentar uma porcentagem de germinação tão alta quanto a do grupo controle nesse estudo, sugere que *Carollia perspicillata* tem um alto potencial de seletividade, alimentando-se principalmente de frutos maduros, com sementes em ótimo estado de germinação, visto que tanto as sementes do controle quanto as do teste utilizadas nesse estudo foram selecionadas pela espécie. O potencial de seletividade é essencial para o sucesso e efetividade da dispersão, e também já foi observado para outras espécies de morcegos neotropicais (Munin et al. 2011).

A seleção das sementes controle executada pelos próprios morcegos, garantiram também a imparcialidade na tendência dos resultados, visto que a aleatoriedade das árvores aumentou em série (Lobova et al. 2009; Morrison 1978). Diferente do realizado por Heer et al. (2010) no estudo de endozoocoria de morcegos em sementes de *Ficus* L. (Moraceae), no qual os controles foram advindos de uma única árvore por réplica, resultando em uma parcialidade com relação as réplicas controles executadas. O fato de sementes serem selecionados sem o refinamento necessário em alguns trabalhos pode ter influenciado diretamente nas análises dos resultados (Heer et al. 2010; Tang et al. 2007; Tang et al. 2008), esses por sua vez, podem ser reflexos de um delineamento experimental enviesado e não do efeito real da endozoocoria (Ranal e Santana 2006).

Um acréscimo significativo nas porcentagens de germinação de *Ficus pertusa* L.f (Moraceae), foi observado quando a endozoocoria foi realizada por *Artibeus jamaicensis* Leach, 1821 (Teixeira et al. 2009). Essa mesma espécie de morcego foi favorável a porcentagem de germinação de outros táxons, á exemplo, *Pharmacosycea* Corner (Moraceae) e *Urostigma* Gasper (Moraceae) (Heer et al. 2010). De forma que parece que quando morcegos frugívoros-filostomídeos de sistema digestivo curto atuam como os meios de endozoocoria, é comum o encontro de efeitos neutros ou positivos nos parâmetros de germinação da família Moraceae (Traveset 1998).

Por outro lado, esse padrão parece não ser observado para morcegos frugívoros da família Pteropodidae. Shilton et al. (1999) reportou que pteropodídeos do gênero

Cynoptyrus podem reter sementes de *Ficus* sp. no transito intestinal por mais de doze horas, um tempo notoriamente longo para estímulos em sementes. Além disso, Tang et al. (2008), observou que espécimes de *Cynoptyrus sphinx* Vahl, 1797 e *Rousettus leschenaulti* Martin, 1991 diminuem significativamente as porcentagens de germinação de *Morus macroura* (Moraceae). Cabe ressaltar, porém, que nesse estudo os autores removeram com um pano a polpa que envolvia a semente, e os mesmos ressaltam que os resultados podem ter sido prejudicados por esse viés metodológico. Visto que, segundo Naranjo et al. (2003) a polpa da semente pode atuar como um inibidor da germinação e, sua retirada em testes de endozoocoria pode superestimar ou subestimar os resultados (Ranal e Santana 2006).

Os resultados desse estudo corroboram com a ideia de que sementes de *M. tinctoria* dispensa superação de dormência, pois possuem tegumento permeável, facilitando a embebição e a germinação (Battilani 2006). Dito isso, observa-se que o curto tempo de transito de *C. perspicillata* (Fleming 1988; Laska 1990) é oportuno, pois um tempo de retenção longo, com suscetível exposição a fluidos digestivos poderia prejudicar o mesocarpo e assim inibir a germinação da espécie (Gardner et al. 1993; Murphy et al. 1993). O que acontece com primatas com tempo de passagem mais longos, que reduzem os índices de germinação de sementes com tegumento maleável (Righini et al. 2004) e, pode acontecer com morcegos pteropodídeos. Não foram encontrados na literatura estudos envolvendo endozoocoria de *Maclura tinctoria*, por nenhuma espécie, incluso *Carollia perspicillata*.

A neutralidade da endozoocoria na germinabilidade nesse estudo também foi observada para *Piper amalago*, porém o TMG, o IVG e a Sincronia das espécies do grupo teste foram significativamente menores do que as do grupo controle. A neutralidade na germinabilidade de *Piper amalago* por *Carollia perspicillata* também foi observado por Ricardo (2013) em condições de campo. Em laboratório, a autora observou que as sementes provenientes das fezes tiveram suas porcentagens de germinação significativamente maiores do que as do grupo controle. Esse resultado ressalta as diferenças observadas em estudos feitos em condições controladas dos realizados em ambientes naturais, que se assemelham mais fielmente ao executado pelo animal.

Não foram encontrados outros estudos que tratassem dessa relação endozoocórica entre *Carollia perspicillata* e *Piper amalago*. No entanto, já foi observado que *Piper aduncum* e *P. hispidinervum* tiveram uma melhora significativa nas porcentagens de sementes que passaram pelo transito de *Carollia perspicillata*

(Carvalho 2008; Ricardo 2013). A neutralidade nas porcentagens germinativas de *Piper amalago* encontrado nesse estudo, bem como os benefícios germinativos observados em estudos anteriores, corroboram com o papel de efetivo dispersor de sementes de *Piper* L. (Schupp et al. 2010) amplamente direcionado para *Carollia perspicillata* na literatura.

Uma questão não mencionada nos estudos até aqui citados, porém já abordada por Jordano e Schupp (2000) é o efeito da diminuição da sincronia na germinação das sementes após passagem pelo trato de alguns frugívoros. Esse padrão, observado para o conjunto *Piper amalago-Carollia perspicillata*, pode estar interferindo beneficemente na dinâmica estrutural da paisagem. Isso porque uma germinação com baixa sincronia pode ser um fator crucial para uma maior germinabilidade, visto que a germinação se torna contínua num período variável de tempo (Harper 1977 apud Traveset 1988). Em outras palavras, o processo é responsável por gerar uma variabilidade nos índices de germinação, espalhando-a por um maior período de tempo (Gutterman 2000).

Essa variabilidade germinativa, característica de sementes ortodoxas, é crucial para períodos secos, quando alguns recursos limitantes impedem o desenvolvimento da semente (Izhaki et al. 1995). No entanto, esse parâmetro só pode ser observado em estudos que realizaram leituras diárias das germinações (Sato et al. 2008). Estudos que realizaram a leitura semanalmente (Utzurum e Heideman 1991), comprometeram o controle da sincronia das mesmas, considerando que intervalos longos entre as avaliações de germinação afeta o tempo de registro de cada semente, superestimando os resultados (Ranal e Santana 2006).

Solanum paniculatum por sua vez, é uma espécie que possui dormência (Pinto et al. 2007; Vaz 2012). Esse fato explicou as baixas porcentagens de germinação observadas tanto para o grupo teste quanto para o controle. Porém, vale ressaltar que as sementes que foram submetidas ao experimento estavam viáveis. Diferente do observado por Heer et al. (2010), que após observar uma porcentagem altamente variável entre indivíduos de *F. obtusifolia*, abriu as sementes após o experimento e verificou que as mesmas já saíam das árvores sem embrião. Partindo do pressuposto que as sementes estavam viáveis, optou-se por dar continuidade aos experimentos sem submeter as sementes a compostos para superar a dormência das sementes (nitrato de potássio -KNO₃), como feito por outros autores ao observar as baixas taxas de porcentagens das sementes (Carvalho 2008).

Solanum paniculatum, demonstrou uma maior porcentagem de germinação para o grupo teste (excluindo-se os *outliers*) quando a endozoocoria foi realizada por *C. perspicillata*. Todos os outros parâmetros se mantiveram neutros na análise. Diante desse fato e da significativa melhora das porcentagens de germinação da espécie. Se propõe que *C. perspicillata* realize uma leve quebra de dormência dessas sementes, visto o tempo curto que as sementes permanecem no trato digestivo. Porém essa hipótese precisa ser averiguada em estudos posteriores de semente com e sem dormência. Sugere-se ainda, que um número maior de réplicas seja realizadas.

Carollia perspicillata demonstrou favorecer significativamente a germinabilidade de *S. paniculatum* com relação a *P. lineatus* nesse estudo. Sato et al. (2008), também observaram que *P. lineatus* diminuiu significativamente as porcentagens germinativas de *Cecropia pachystachya* Trécul (Urticaceae), tanto com relação as sementes provenientes dos frutos (controle), quanto das oriundas da endozoocoria por *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818). Carvalho (2008), que também testou o efeito de dois morcegos em uma mesma espécie vegetal, em condições de laboratório, observou que o IVG e a porcentagem de sementes de *Solanum granuloso-leprosum* não foram alteradas por *C. perspicillata*, contrário aos resultados de *A. lituratus*, que diminuiu suas porcentagens de germinação.

Esses resultados enfatizam a necessidade de se considerar que existe uma relação muito específica entre a semente e o seu dispersor, e extrapolar os resultados para uma análise comparativa pode não ser adequado (Traveset 1998). Isso porque o efeito da endozoocoria é idiossincrático, até mesmo em espécies congêneres (Lieberman e Lieberman 1986). De maneira geral, a maioria dos estudos envolvendo germinação de sementes por morcegos foram realizados em condições controladas sob temperaturas constantes, o que erroneamente tenta retratar o que acontece em condições naturais, onde invariavelmente as temperaturas oscilam (Heer et al. 2010; Oliveira e Lemes 2009; Tang et al. 2007) e dificulta as comparações com os dados desse estudo. Segundo Baskin e Baskin (2004) a comparação de resultados feitos em laboratório com condições de campo, são extrapolações que fogem dos limites estabelecidos, já que as condições nos referidos ambiente são no mínimo, bastante distintas. Alguns estudos já demonstraram que os resultados nas alterações dos tratamentos podem ser resultado das condições em que o experimento é realizado, se campo ou laboratório, e não do efeito do sistema digestivo propriamente (Bustamante et al. 1992; Figueiredo e Perin 1995; Ricardo 2013).

Cabe ressaltar ainda que o n de sementes utilizados na maioria dos estudos é considerado insuficiente para análise de dados (Traveset 1998). Alguns estudos sugerem que um n de 200 sementes seria a quantidade mínima ideal para se inferir sobre resultados de germinação (Ranal e Santana 2006). Ainda, a desigualdade no número de sementes entre os tratamentos (Tang 2008), faz com que o experimento fique suscetível a erros de precisão, com influência direta nos resultados (Ranal e Santana 2006). Por fim, reporta-se a ausência de ataques de fungos as três espécies desse estudo, independente do conjunto experimental, como repetidamente observado na literatura (e.g. Heer et al. 2010). Porém, foi observado o ataque em massa á sementes e mudas de *Cecropia pachystachia* submetidas ao experimento de germinação por formigas cortadeiras e da espécie de *Camponotus* spp. (obs. pes.).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados apresentados, assumimos que todas as sementes estavam viáveis, o que evidência a característica de *Carollia perspicillata* e *Platyrrhinus lineatus* como eficiente dispersores, e a dependência das espécies pioneiras para o transporte das suas sementes, aspecto já abordado em estudos anteriores. Principalmente para a espécie *Maclura tinctoria*, considerada uma espécie ameaçada, no qual alguns estudos têm desenvolvido técnicas alternativas de propagação *in vitro*, o que reforça ainda mais a importância e necessidade do papel dos morcegos na sua dispersão.

Nossos dados em geral, corroboram com os estudos que sugerem que os padrões germinativos por endozoocoria são mais neutros do que prejudiciais ou benéficos. Ressalta-se, porém, que para entender a importância da endozoocoria na efetividade dos processos de dispersão é necessário abordar a influência dos efeitos metodológicos utilizados nos testes. No entanto o que se observa até então é que a grande maioria dos estudos se preocupam apenas com a comparação direta entre os parâmetros germinativos dos testes e controles, que geralmente é justificado pela ausência ou não da ação química ou mecânica do sistema digestivo dos morcegos nas sementes. Não levando em consideração adequadamente o estado de maturação da semente, tão pouco a aleatoriedade necessária para sementes do grupo controle.

Entende-se que, ignorar todas essas premissas e, assumir comparações limitantes das médias de parâmetros germinativos como resultados de estudos

endozoocóricos é uma informação equivocada. Sugere-se que os resultados podem ser mais complexos do que responder apenas na especificidade de componentes isolados. Porém, esse estudo não é suficiente para afirmar todas as premissas propostas, de modo que trabalhos contínuos poderão elucidar com mais veemência as questões aqui apresentadas. Relatamos por fim, que a efetuação dos testes em condições de campo, aperfeiçoa a técnica, trazendo resultados mais fidedignos com o processo natural de germinação, excluindo a possibilidade de que fatores controlados extrapole as condições.

8. CONCLUSÕES

- ✓ *Carollia perspicillata* é uma espécie que age efetivamente na dispersão de sementes.
- ✓ *Platyrrhinus lineatus* embora apresente alguns parâmetros germinativos inferiores a *C. perspicillata* é importante para a germinação das espécies consumidas.
- ✓ Estudos endozoocóricos ainda progridem lentamente, futuramente, com a adoção de metodologias mais concisas, as inferências sobre a temática poderão ser efetuadas com maior precisão.

REFERÊNCIAS

- Arita, H. T. 1993. Rarity in Neotropical bats: correlations with phylogeny, diet, and body mass. *Ecological Applications* 3(3): 506-517.
- Barnea, A.; Y. Yom-Tov; J. Friedman. 1991. Does ingestion by birds affect seed germination? *Functional Ecology* 5(3): 394-402.
- Baskin, J. M. e C. C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed science research* 14(1): 1-16.
- Battilani, J. L.; E. F. Santiago; A. D. Souza. 2006. Morfologia de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud.(Moraceae). *Acta botânica brasílica* 20(3): 581-589.
- Blake, S.; M. Wikelski; F. Cabrera; A. Guezou; M. Silva; E. Sadeghayobi; C. B. Yackulic; P. Jaramillo. 2012. Seed dispersal by Galápagos tortoises. *Journal of Biogeography* 39(11): 1961-1972.
- Bustamante, R. O.; J. A. Simonetti; J. E. Mella. 1992. Are foxes legitimate and efficient seed dispersers? A field test. *Acta Oecologica* 13: 203–208.
- Carvalho, M. C. 2008. Frugivoria por morcegos em Floresta Estacional Semidecídua: dieta, riqueza de espécies e germinação de sementes após passagem pelo sistema digestivo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, 89p.
- Clobert, J.; M. Baguette; T. G. Benton; J. M. Bullock; S. Ducatez. 2012. *Dispersal Ecology and Evolution*. Oxford. University Press, p. 120-141.
- Figueiredo, R. A. e E. Perin. 1995. Germination ecology of *Ficus luschnathiana* drupelets after bird and bat ingestion. *Acta Oecologica* 16(1): 71-75.
- Figuerola, J. A.; S. A. Castro. 2002. Effects of bird ingestion on seed germination of four woody species of the temperate rainforest of Chiloé island, Chile. *Plant Ecology, Chile*, 160: 17-23.
- Fleming, T. H. 1988. *The short-tailed fruit bat: a study in plant-animal interactions*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 13, 365p

- Galindo-González, J.; G. Vázquez-Domínguez; R. A. Saldaña-Vázquez; J. R. Hernández-Montero. 2009. A more efficient technique to collect seeds dispersed by bats. *Journal of Tropical Ecology* 25(2): 205-209.
- Gardner, C. J.; J. G. McIvor; A. Janzen. 1993. Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology* 30: 63–74.
- Gorchov, D. L.; F. Cornejo; C. F. Ascorra; M. Jaramillo. 1993. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetatio* 107(1): 339-349.
- Guimarães, M. D. M. 2014. Morcegos cavernícolas do Brasil: composição, distribuição e serviços ambientais. Dissertação de Mestrado, UFLA, 136p.
- Gutterman, Y. 2000. Maternal effects on seeds during development. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* 2: 59-84.
- Heer, K.; L. Albrecht; E. K. V. Kalko. 2010. Effects of ingestion by neotropical bats on germination parameters of native free-standing and strangler figs (*Ficus* sp., Moraceae). *Oecologia* 163(2): 425-435.
- Howe, H. F. e J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics* 13(1): 201-228.
- Izhaki, I.; C. Korine; Z. Arad. 1995. The effect of bat (*Rousettus aegyptiacus*) dispersal on seed germination in eastern Mediterranean habitats. *Oecologia* 101(3): 335–342.
- Janzen, D. H. 1983. Dispersal of seeds by vertebrate guts. In: D. Futuyma; M. Slatkin (Eds). *Coevolution*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, p. 232-262.
- Jordano, P. e E. W. Schupp. 2000. Seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological monographs* 70(4): 591-615.
- Labouriau, L. G. 1983. A germinação das sementes (No. 24). *Organization of American States*.

- Laska, M. 1990. Food transit times and carbohydrate use in three phyllostomid bat species. *Zeitschrift für Säugetierkunde* 55(1): 49-54.
- Levin, S. A.; H. C. Muller-Landau; R. Nathan; J. Chave 2003. The ecology and evolution of seed dispersal: a theoretical perspective. *Annual Review of Ecology and Systematics* 34: 575-604.
- Lieberman, M. e D. Lieberman. 1986. An experimental study of seed ingestion and germination in a plant-animal assemblage in Ghana. *Journal of Tropical Ecology* 2(2): 113-126.
- Lobova, T. A.; C. K. Geiselman; S. A. Mori. 2009. Seed Dispersal by Bats in the Neotropics. The New York Botanical Garden Press, 471p.
- Lobova, T. A.; S. A. Mori; F. Blanchard; H. Peckham; P. Charles-Dominique. 2003. Cecropia as a food resource for bats in French Guiana and the significance of fruit structure in seed dispersal and longevity. *American Journal of Botany* 90(3): 388-403.
- Lopez, J. E. e C. Vaughan. 2004. Observations on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rican secondary humid forests. *Acta chiropterologica* 6(1): 111-119.
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop science* 2(2): 176-177.
- Marques, F. R. F.; M. V.; Castro, N. M. C. R. D.; Campos, M. L. D. O.; Mendes, K. R.; Santos, O. D. O. D.; Pompelli, M. F. 2015. GerminaQuant: a new tool for germination measurements. *Journal of Seed Science* 37(3): 248-255.
- Mckey, D. S. 1975. The ecology of coevolved seed dispersal systems. In: L. E. Gilbert; Raven, P. R. (Eds). *Coevolution of plants and animals*. University of Texas Press, Austin, p. 159-192. Morrison, D. W. 1980. Efficiency of food utilization by fruit bats. *Oecologia* 45: 270-273p.
- Munin, R. L.; P. C. Costa; E. Fischer. 2011. Differential ingestion of fig seeds by a Neotropical bat, *Platyrrhinus lineatus*. *Mammalian Biology-Zeitschrift für Säugetierkunde* 76(6): 772-774.

Murphy, S. R.; N. Reid; Z. G. Yan; W. N. Venables. 1993. Differential passage time of mistletoe fruits through the gut of honeyeaters and flowerpeckers. Effect on seedling establishment. *Oecologia* 93(2): 171–176.

Muscarella, R.; T. H. Fleming. 2007. The rule of frugivorous bats in Tropical Forest Succession. *Biological Reviews* 82(4): 573-590.

Naranjo, M. E.; C. Rengifo; A.P. J. Soriano. 2003. Effect of ingestion by bats and birds on seed germination of *Stenocereus griseus* and *Subpilocereus repandus* (Cactaceae). *J. Trop. Ecol* 19(1): 19–25.

Noble, J. C. 1975. The effects of emus (*Dromaius novaehollandiae* Latham) on the distribution of nitre bush (*Nitraria billardieri* DC). *Journal of Ecology* 63(3): 979-984.

Oliveira, A. K. M. e F. T. F. Lemes, 2010. *Artibeus planirostris* como dispersor e indutor de germinação em uma área do Pantanal do Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 8(1): 49-52.

Oliveira, F. F.; G. P. L. Lírio-Jr. 2000. Anfíbios anuros do Campus da Universidade Federal de Sergipe. *Biologia Geral Experimental*, 1(1): 42-74.

Pinto, L. V. A.; E. A. Silva; A. C. Davide; V. A. Jesus; P. E. Toorop; H. W. Hilhorst. 2007. Mechanism and control of *Solanum lycocarpum* seed germination. *Annals of Botany, London* 99(6): 1175-1187.

Ranal, M. A. e D. G. Santana. 2006. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica* 29(1): 1-11.

Ricardo, M. C. D. C. 2013. Germinação de sementes e importância relativa da qualidade, disponibilidade e morfologia de frutos na dieta de *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae). Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 105p.

Rick, C. M. e R. I. Bowman. 1961. Galapagos tomatoes and tortoises. *Evolution* 15(4): 407-417.

- Righini, N.; J. C. Serio- Silva; V. Rico- Gray; R. Martínez- Mota. 2004. Effect of different primate species on germination of *Ficus* (*Urostigma*) seeds. *Zoo Biology* 23(3): 273-278.
- Rocha, P. A., Mikalauskas, J. S., Gouveia, S. F., Silveira, V. V. B. e Peracchi, A. L. 2010. Morcegos (Mammalia, Chiroptera) capturados no Campus da Universidade Federal de Sergipe, com oito novos registros para o estado. *Biota Neotropical* 10(3): 183-188.
- Santana, J. P.; Rocha, P. A.; Silva, T. R.; Ribeiro, A. R.; Prata, A. P. N. 2017. Floristic Characterization Of The Ibura National Forest, Nossa Senhora Do Socorro, State Of Sergipe, Brazil (no prelo).
- Sato, T. M.; F. C. Passos; A. C. Nogueira. 2008. Frugivoria de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em *Cecropia pachystachya* (Urticaceae) e seus efeitos na germinação das sementes. *Papéis Avulsos de Zoologia* 48(3): 19-26.
- Schupp, E. W. 1993. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. In: T. H. Fleming e A. Estrada (Eds). *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects*. Springer Netherlands, Dordrecht, p. 15-29.
- Schupp, E. W.; P. Jordano; J. M. Gómez. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist*, 188(2): 333-353.
- Shilton, L. A.; J. D. Altringham; S. G. Compton; R. J. Whittaker. 1999. Old World fruit bats can be long-distance seed dispersers through extended retention of viable seeds in the gut. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 266(1416): 219-223.
- Silvestre, S. M.; P. A. Rocha; M. A. Cunha; J. P. Santana; S. F. Ferrari. 2016. Diet and seed dispersal potential of the white-lined bat, *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810), at a site in northeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 51(1): 37-44.
- Tang, Z.; A. Mukherjee; L. Sheng; M. Cao; B. Liang; R. T. Corlett; S. Zhang. 2007. Effect of ingestion by two frugivorous bat species on the seed germination of *Ficus racemosa* and *F. hispida* (Moraceae). *Journal of Tropical Ecology* 23(1): 125-127.

- Tang, Z. H.; M. Cao; L. X. Sheng; X. F. Ma; A. Walsh; S. Y. Zhang. 2008. Seed dispersal of *Morus macroura* (Moraceae) by two frugivorous bats in Xishuangbanna, SW China. *Biotropica* 40(1): 127-131.
- Teixeira, R. C.; C. E. Correa; E. Fischer. 2009. Frugivory by *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Stud Neotrop Fauna Environ* 44(1):7–15.
- Traveset, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrate frugivores guts on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 1(2): 151-190.
- Traveset, A.; M. Verdú. 2002. A meta-analisis of the effect of gut treatment on seed germination. In: D. J. Levey; W. R. Silva; M. Galetti (Eds). *Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation*. CABI Publishing, p. 339-350.
- Utzurrum, R. C. B. e P. D. Heideman. 1991. Differential ingestion of viable vs nonviable *Ficus* seeds by fruit bats. *Biotropica* 23(1): 311–312.
- Van der Pijl. 1957. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). *Plant Biology* 6(3): 291-315.
- Van der Pijl, L. 1982. *Principles of dispersal*. Berlin: Springer-Verlag.
- Vaz, T. A. A. 2012. Efeito do condicionamento fisiológico na tolerância ao déficit hídrico e nas características morfofisiológicas de sementes de *Solanum paniculatum* L. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras- UFLA, 65p.

ANEXOS

ANEXO 1

Consumption of leaves by *Carollia perspicillata* (Chiroptera, Phyllostomidae): a new dimension of the Carollinae niche

Arivania S. Pereira^a, Patrício A. da Rocha^{*b}, José Paulo Santana^c, Raone Beltão-Mendes^b, Juan Ruiz-Esparza^b, Stephen F. Ferrari^{a,b,d}

(a) Graduate Program in Ecology and Conservation, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brazil

(b) Department of Ecology, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brazil

(c) Department of Biology, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brazil

(d) Department of Life Sciences, University of Roehampton, London, UK

* Corresponding author: parocho2@yahoo.com.br

Abstract

Relatively little is known of folivory in bats, and leaves are considered to be an occasional item in the diets of phyllostomids, and most records are based on opportunistic observations. The combination of procedures, such as behavioral monitoring and the analysis of fecal samples, may increase considerably the probability of recording the consumption of inconspicuous items by these animals. This approach was used in the present study to provide evidence on the consumption of leaves by *Carollia perspicillata* in a cave in northeastern Brazil. The records were collected during the monitoring of a cave (Gruta da Janela). In order to confirm the consumption of leaves by *C. perspicillata*, we placed a camera trap inside the cave, 1 m from the roost. The analysis of the video footage revealed nine events of folivory, recorded on seven of the eight nights of monitoring. The footage collected on the ninth day (one-minute samples) allowed us to confirm that *C. perspicillata* consumes the whole leaf. The consumption of the entire leaf (juices and fibers) was unexpected, given that all previous records in Neotropical bats involved the intense mastication of the leaf, with the indigestible fibrous mass being discarded. The evidence presented here provides important new insights into the diet of *Carollia perspicillata*, which reinforce the need

for further investigation in this and other species of frugivorous bat. Once again, the use of camera-traps has proved to be an important tool for the monitoring of bat colonies that occupy permanent shelters.

Key-words: Bats, Diet, Folivory, *Senna*, Camera-trapping

The Neotropical phyllostomid bats of the subfamilies Stenodermatinae, Rhinophyllinae and Carollinae are considered to be primarily frugivorous (Kunz and Pierson 1994), although a number of recent studies have reported the consumption of novel food items, such as insects (in *Carollia*: York and Billings 2009), seeds (in *Chiroderma*: Nogueira and Peracchi 2003), and leaves (in *Artibeus*: Zortéa and Mendes 1993; Kunz and Diaz 1995; Novaes and Nobre 2009; and *Platyrrhinus*: Zortéa 1993; Aguiar 2005; Silvestre et al. 2016). Relatively little is known of folivory in bats, and leaves are considered to be an occasional item in the diets of phyllostomids, and most records are based on opportunistic observations (Zortéa and Mendes 1993; Kunz and Diaz 1995; Silvestre et al. 2016), rather than systematic studies. The apparent rarity of folivory may nevertheless be a sampling artifact, given that most dietary studies are based on the analysis of stomach contents or fecal samples (Charles-Dominique 1991; Giannini and Kalko 2004; Andrade et al. 2013), which favor the identification of hard parts, such as seeds and exoskeletons (Herrera et al. 2002) to the detriment of soft parts, such as leaves and flowers (Nogueira and Peracchi 2008).

In this context, the monitoring of roosts and feeding sites represents an important complementary approach for the analysis of the diets of frugivorous bats. The combination of procedures, such as behavioral monitoring and the analysis of fecal samples, may increase considerably the probability of recording the consumption of inconspicuous items by these animals (Silvestre et al. 2016). This approach was used in the present study to provide evidence on the consumption of leaves by *Carollia perspicillata* in a cave in northeastern Brazil.

The records were collected during the monitoring of a cave, or rock shelter, known locally as the Gruta da Janela in the village of Machado (10°49'22" S, 37°10'28" W), which is located in the municipality of Laranjeiras, in the northeastern Brazilian state of Sergipe. This cave is a calcareous formation with a total area of approximately 70 m², and an entrance 1.15 m high and 4.13 m wide. The site is located within a highly disturbed fragment of Brazilian Atlantic Forest, and a thick layer (10–30 cm in depth) of

seeds and fragments of fruit – primarily Solanaceae and Piperaceae – covers the floor of the cave, reflecting the long-term site fidelity of the resident *Carollia perspicillata* colony (Rocha et al. 2013).

During a visit to the colony in February 2016, we noted the presence of whole and partially-eaten leaves on the cave floor below the *C. perspicillata* roost (FIG. A.1), which alerted us to the possibility of folivory in this bat species, given that no other bat species occupy the cave regularly. We collected all the leaves and terminal branches from the cave floor during the visit and during the subsequent fortnightly visits between February and May 2016. These specimens were compared with samples of the plants from the area surrounding the cave and specimens deposited in the ASE Herbarium at the Federal University of Sergipe in São Cristóvão.

In order to confirm the consumption of leaves by *C. perspicillata*, we placed a camera trap (5210A-LTL, Acorn) inside the cave, 1 m from the roost (FIG. A.2). The camera was programmed to film 20 seconds every 10 minutes throughout the night on three consecutive days in April and May (total of six days). On an additional night in April, we set the camera trap to film for 20 seconds every minute, in an attempt to record the full sequence of the leaf-eating behavior. We subsequently screened the recordings to identify the footage showing the consumption of leaves by the bats.

We found leaves in the floor of the roost during all subsequent visits (n = 8). We identified leaves from two plant species in the cave, *Piper amalago* L. (Piperaceae) and *Senna georgica* H.S. Irwin and Barneby (Fabaceae), although we were able to confirm the consumption of only *S. georgica*, given the presence of partially-eaten leaves on the cave floor (FIG. A.1). These fragments were invariably of young leaves. By contrast, the only leaves of *Piper amalago* found in the cave were undamaged, and may have been carried to the roost accidentally by bats feeding on the fruit of this plant.

The analysis of the video footage revealed nine events of folivory, recorded on seven of the eight nights of monitoring (FIG. A.3). The footage collected on the ninth day (one-minute samples) allowed us to confirm that *C. perspicillata* consumes the whole leaf (supplementary material 1).

Folivory has been recorded in only six Neotropical bat species, *Artibeus lituratus*, *A. concolor*, *A. fimbriatus*, *A. jamaicensis*, *A. amplus* and *Platyrrhinus lineatus* (Nogueira and Peracchi 2008; Ruiz-Ramoni et al. 2011), all stenodermatines. The events registered here thus represent the first record of folivory not only in *C. perspicillata*, but in the subfamily Carollinae as a whole.

Our preliminary data indicate that *C. perspicillata* feeds preferentially on the young leaves of *S. georgica*, although it is unclear whether this preference is a local or seasonal phenomenon. Certainly, it contrasts with the pattern recorded in *Artibeus amplus*, which is known to exploit the leaves of at least eight different plant families (Ruiz-Ramoni et al. 2011), although *Platyrrhinus lineatus* has been observed feeding exclusively on the leaves of plants of the genus *Solanum* (Zortéa 1993; Aguiar 2005; Nogueira and Peracchi 2008).

Folivory is likely to be rare in bats under most circumstances, given the high energetic costs of flight and the limited energy content of leaves (Dudley and Vermeji 1992). Leaves may nevertheless represent an important complementary item in the diet of frugivorous bats, in particular as a source of calcium and proteins (Ruby et al. 2000; Nelson et al. 2005). This conclusion is reinforced by the findings of Rocha et al. (2016), which showed that leaves were consumed year-round by *Platyrrhinus lineatus*, independently of the availability of fruit, as predicted by Fleming (1986), Kunz and Diaz (1995), and Jordano (2000).

The consumption of leaves by bats may also be linked to the presence of secondary compounds in these items (Krishnarathi et al. 2014). The leaves of *Senna georgica* contains a number of bioactive metabolites, such as flavonoids, alkaloids, triterpenes, steroids and, in particular, anthraquinones (Rodrigues et al. 2005). The ingestion of these leaves may thus also have certain specific medicinal effects, due to their laxative, antibacterial, antifungal, hepatoprotective or anthelmintic properties (Viegas et al. 2006).

The consumption of the entire leaf (juices and fibers) was unexpected (Kunz e Pierson 1994), given that all previous records in Neotropical bats involved the intense mastication of the leaf, with the indigestible fibrous mass being discarded (Lowry 1989; Nogueira and Peracchi 2008). The ingestion of the whole leaf by *C. perspicillata* may be related to two different factors, one being the selection of less fibrous young leaves, which are more easily digested, and the cranio-dental morphology of the genus *Carollia*, which may be associated with a more generalist diet than in other frugivorous Neotropical bats (Freeman 1988). Even so, further research would be required to confirm whether *Carollia* is capable of digesting cellulose, as observed in the Indian flying fox (*Pteropus giganteus*), which consumes large quantities of leaves (Anand and Sripathi 2004).

The evidence presented here provides important new insights into the diet of *Carollia perspicillata*, which reinforce the need for further investigation in this and other species of frugivorous bat. Once again, the use of camera-traps has proved to be an important tool for the monitoring of bat colonies that occupy permanent shelters. The standardization of this approach, and the investigation of additional populations and species should provide further insights into the exploitation of dietary resources by these bats, as well as the seasonal and spatial variation in this behavior.

Acknowledgements

We are grateful to CAPES (ASP) for graduate stipends and FAPITEC (JPS) for undergraduate stipends, CNPq for research grants to PAR (processes 501701/2013–3 and 150407/2015–7), RB-M (503372/2014-5), and SFF (processes 303994/2011-8 and 483220/2013), and CAPES for a postdoctoral stipend to SFF (process 99999.001536/2015-00). RB-M is also supported by Mohamed bin Zayed Species Conservation Fund (12055114), Primate Action Fund (1001257) and Primate Conservation Inc. (1158).

REFERENCES

- Aguiar, L. M. D. S. 2005. First record on the use of leaves of *Solanum lycocarpum* (Solanaceae) and fruits of *Emmotum nitens* (Icacinaeae) by *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Brazilian Cerrado. *Revista Brasileira de Zoologia* 22(2): 509-510.
- Anand, A. A. P. e Sripathi, K. 2004. Digestion of cellulose and xylan by symbiotic bacteria in the intestine of the Indian flying fox (*Pteropus giganteus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular e Integrative Physiology* 139(1): 65-69.
- Andrade, T. Y.; W. Thies; P. K. Rogeri; E. K. V. Kalko; M. A. R. Mello. 2013. Hierarchical fruit selection by Neotropical leaf-nosed bats (Chiroptera: Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy* 94(5): 1094-1101.
- Charles-Dominique, P. 1991. Feeding strategy and activity budget of the frugivorous bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 7(2): 243-256.

- Dudley, R. e G.J. Vermeji. 1992. Do the power requirements of flapping flight constrain folivory in flying animals? *Functional Ecology* 6(1): 101 -104
- Fleming, T. H. 1986. Opportunism versus specialization: The evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In: A. Estrada e T. H. Fleming (Eds). *Frugivores and seed dispersal*. Dordrecht, W. Junk Publisher, 105-118p.
- Freeman, P.W., 1988. Frugivorous and animalivorous bats (Microchiroptera): dental and cranial adaptations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 33(3), 249-272.
- Giannini, N. P. e E. K. Kalko. 2004. Trophic structure in a large assemblage of phyllostomid bats in Panama. *Oikos* 105(2): 209-220.
- Herrera, C. M.; M. Medrano, P. J. Rey; A. M. Sánchez-Lafuente; M. B. García; J. Guitián; A. J. Manzaneda. 2002. Interaction of pollinators and herbivores on plant fitness suggests a pathway for correlated evolution of mutualism-and antagonism-related traits. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(26): 16823-16828.
- Jordano, J. 2000. Fruit and frugivory. In: M. Fenner (Ed). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. 2°ed. Wallingford: CABI Publishing: p.125-166.
- Krishnarathi, A.; S. Suthakar Issac; M. Kannan. 2014. Phytochemical analysis of selected plant leaves consumed by the folivory bats in Tirunelveli. *Journal of Environmental and Applied Bioresearch* 31(8): 14 – 18.
- Kunz, T. H. e C. A. Diaz. 1995. Folivory in fruit-eating bats, with new evidence from *Artibeus jamaicensis* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Biotropica* 27(1):106-120.
- Kunz, T. H. e E. D. Pierson. 1994. Bats of the world: an introduction. In: R. M. Nowak (Ed). *Walker's bats of the world*. John Hopkins University Press, Baltimore, Md, p. 1-46.
- Lowry, J. B., 1989. Green-leaf fractionation by fruit bats: is this feeding behaviour a unique nutritional strategy for herbivores? *Australian Wildlife Research* 16(2): 203-206.
- Nelson, S. L.; T. H. Kunz; S. R. Humphrey. 2005. Folivory in fruit bats: leaves provide a natural source of calcium. *Journal of Chemical Ecology* 31(8):1683-1691.

Nogueira, M. R., e A. L. Peracchi. 2008. Folivoria e granivoria em morcegos neotropicais. In: Pacheco, S. M.; Marques, R. V.; Esbérard, C. E. L. (Orgs). Morcegos do Brasil: Biologia, Ecologia e Conservação de Morcegos Neotropicais. 25p.

Nogueira, M. R.; A. L. Peracchi. 2003. Fig-seed predation by 2 species of Chiroderma: discovery of a new feeding strategy in bats. *Journal of Mammalogy* 84(1): 225-233.

Novaes, R. L. e M. C. C. Nobre. 2009. Dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) em área urbana na cidade do Rio de Janeiro: frugivoria e novo registro de folivoria. *Chiroptera Neotropical* 15(2): 487-493.

Rocha, P. A.; A. S. Pereira; S. M. Silvestre; J. P. Santana; R. Beltrão-Mendes; M. Zortea; S. F. Ferrari. 2016. Consumption of leaves by *Platyrrhinus lineatus* (Chiroptera, Stenodermatinae): are these bats primarily frugivorous or broadly phytophagous? *Zoology (Jena)* 119: 1-5

Rocha, P. A.; J. A. Feijó; C. R. Donato; S. F. Ferrari. 2013. Leucism in Seba's short-tailed bat, *Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758), from a rock shelter in northeastern Brazil. *Chiroptera Neotropical* 19(1):1151-1153.

Rodrigues, R. S.; A. S. Flores; S. T. S. Miotto; L. R. M. Baptista. 2005. O gênero *Senna* (Leguminosae, Caesalpinioideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Botânica Brasilica* 19(1): 1-16.

Ruby, J.; P. T. Nathan; J. Balasingh; T. H. Kunz. 2000. Chemical composition of fruits and leaves eaten by short-nosed fruit bat, *Cynopterus sphinx*. *Journal of Chemical Ecology* (26)12: 2825-2841.

Ruiz-Ramoni, D.; M. Muñoz-Romo; P. Ramoni-Perazzi; Y. Aranguren; G. Fermin. 2011. Folivory in the giant fruit-eating bat *Artibeus amplus* (Phyllostomidae): a non-seasonal phenomenon. *Acta Chiropterologica* 13(1): 195-199.

Silvestre, S. M., P. A. Rocha; M. A. Cunha; J. P. Santana; S. F. Ferrari. 2016. Diet and seed dispersal potential of the white-lined bat, (*E. Geoffroy*, 1810), at a site in northeastern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 51(1): 1-8.

Viegas Junior, C.; A. Rezende; D. H. S. Silva; I. Castro-Gambôa; S. V. Bolzani. 2006. Aspectos Químicos, Biológicos e Etnofarmacológicos do gênero *Cassia*. *Quimica Nova* 29(6): 1279-1286.

York, H. A. e S. A. Billings. 2009. Stable-isotope analysis of diets of short-tailed fruit bats (Chiroptera: Phyllostomidae: Carollia). *Journal of Mammalogy* 90(6): 1469-1477.

Zortéa, M. 1993. Folivory in *Platyrrhinus* (Vampyrops) *lineatus*. *Bat Research News* 34(2/3): 59-60.

Zortéa, M.; S. L. Mendes. 1993. Folivory in the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 9(1): 117-120.

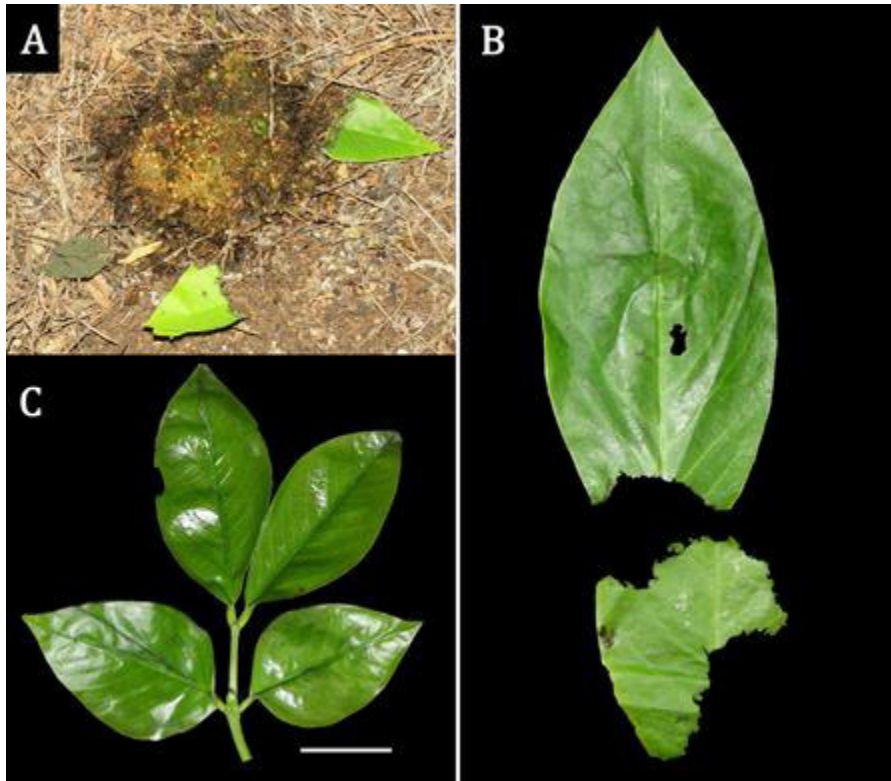


Figure A.1. (A and B) Fragments of leaves of *Senna georgica* found below the *Carollia perspicillata* roost in the Gruta da Janela cave in Sergipe, northeastern Brazil; (C) young composite leaf of *Senna georgica* found in the shelter.



Figure A.2. The camera trap positioned at the *Carollia perspicillata* roost in the Gruta da Janela cave in Sergipe, northeastern Brazil.

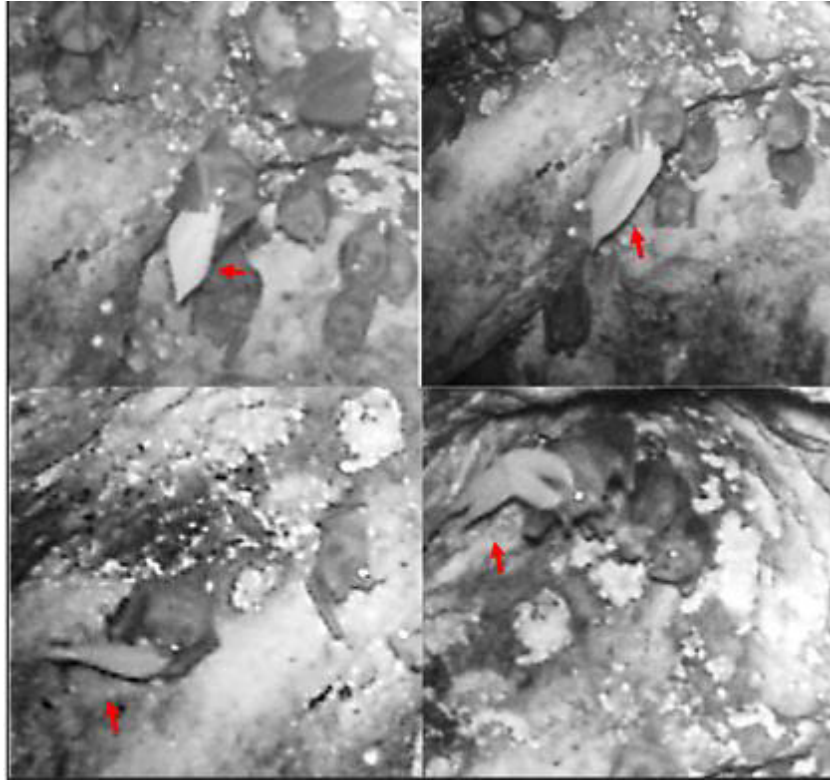


Figure A.3. Illustrative images of the consumption of leaves by *Carollia perspicillataroost* in the Gruta da Janela cave in Sergipe, northeastern Brazil.