



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA



NATALIA DOS SANTOS SILVA

**Dieta e rede trófica de pequenos mamíferos em um fragmento
de Mata Atlântica em Sergipe**

São Cristóvão
2025.1



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA



NATALIA DOS SANTOS SILVA

Dieta e rede trófica de pequenos mamíferos em um fragmento de Mata Atlântica em Sergipe

Orientador: Adriana Bocchiglieri

Monografia apresentada ao Departamento de Ecologia da Universidade Federal de Sergipe como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ecologia.

São Cristóvão
2025.1

Agradecimentos

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Pesquisa e Inovação (COPEs) pelas bolsas concedidas. À FAPITEC/SE/FUNTEC/CNPq N°04/2011 e AUXPE/CAPES 2417/2013 pelos auxílios fornecidos;

À Universidade Federal de Sergipe, pela disponibilidade do transporte, que foi de extrema importância para a locomoção até o local de estudo;

Ao Condomínio Haras Residence, por possibilitar a coleta de dados no local;

À professora Dra. Yana (Laboratório de Entomologia – UFS) e à professora Dra. Marla (Herbário ASE), por ajudarem na identificação dos insetos e sementes;

À minha orientadora Adriana, por toda paciência durante todos esses anos, por me ensinar a ser uma pesquisadora e por todo o conhecimento compartilhado;

Aos amigos de laboratório, pela ajuda sempre que preciso em campo, em especial à Élen, por ter sido minha companheira fiel de campo e por ter tornado os dias de trabalho árduo mais leves; à Iza, Cris e João, que mal chegaram e já se tornaram família; e à Italy, por me ensinar a manusear os animais e sempre colaborar com os mapas;

À Amanda e à Deuane, que foram essenciais durante essa trajetória, sendo luz, encorajamento e amigas sempre dispostas a ajudar, a carregar dores, anseios e até muitos ninhos nas costas. Levarei vocês para sempre comigo;

Aos amigos de graduação (Wadson, Leyliane e Sarah), por todo o compartilhamento e companheirismo;

À Michelly, que foi meu maior suporte na graduação, o presente que a Ecologia me deu, de amiga a madrinha de casamento;

Ao meu marido, minha força e meu sustento. Agradeço por sempre ter acreditado que eu poderia chegar até aqui, por sempre me apoiar (mesmo sem entender nada quando falo de Ecologia), por ter abdicado de tantas coisas só para me ver realizar meus sonhos;

E, sem dúvidas, a Deus, que me escolheu para esse caminho, por ter me dado forças para chegar até aqui e não me deixar desistir.

Sumário

Resumo	iv
1. Introdução.....	5
2. Objetivos	7
2.1. <i>Objetivos específicos</i>	7
2.2. <i>Hipóteses</i>	8
3. Material e Métodos.....	8
3.1. <i>Análise da dieta</i>	10
3.2. <i>Análise da rede de interação</i>	11
4. Resultados	12
4.1. <i>Dieta</i>	12
4.2. <i>Rede de interação</i>	17
5. Discussão	20
6. Considerações finais.....	24
7. Referências bibliográficas.....	25

Resumo

Marsupiais e roedores atuam como dispersores de sementes e controladores de insetos e sua dieta é influenciada pela disponibilidade local e sazonal de alimentos, requerimento energético, idade e sexo dos animais. Diante destes fatos, este estudo teve como objetivos caracterizar a dieta de roedores e marsupiais e avaliar a estrutura da rede trófica composta por estes animais em um fragmento de Mata Atlântica em São Cristóvão, Sergipe. As campanhas ocorreram entre agosto/2023 a abril/2025 utilizando 100 armadilhas Sherman, no solo e a 1,5 m de altura. A coleta das fezes foi feita durante o manuseio dos animais ou nas armadilhas, sendo o material triado e identificado em laboratório. As diferenças na dieta de machos e fêmeas foram avaliadas pelo teste G, a amplitude de nicho foi calculada pelo inverso do índice de Simpson e a sobreposição de nicho através do índice de Pianka. As redes de interação foram analisadas através da conectância, centralidade, aninhamento e modularidade. Foram analisadas 145 amostras fecais de oito espécies de pequenos mamíferos (6 de marsupiais e 2 de roedores) e identificados 19 itens alimentares, com predomínio de insetos e sementes. Três espécies com maior número de amostras (os marsupiais *Marmosa demerarae*, *Marmosops incanus* e *Didelphis albiventris*) apresentaram dietas generalistas e foram consideradas de hábito insetívoro-onívoro. Estas espécies não diferiram no consumo dos itens entre os sexos e apresentaram alta amplitude e sobreposição de nicho. Estes resultados sugerem que o compartilhamento de recursos alimentares semelhantes deve direcionar uma partição nas outras dimensões do nicho destas espécies, visando minimizar a competição inter-específica. Hymenoptera e Coleoptera foram os itens mais frequentes nas amostras destas espécies, sendo considerados os grupos de insetos mais abundantes e diversos em florestas tropicais. A rede trófica foi composta por seis espécies (5 de marsupiais e 1 de roedor) e apresentou conectância intermediária e baixa especialização, refletindo os hábitos generalistas das espécies. *Marmosa demerarae*, *D. albiventris* e *M. incanus* apresentaram maior número de interações. O aninhamento foi significativo e a modularidade baixa. Esses resultados estão vinculados as características do fragmento florestal estudado, onde espécies em ambientes mais alterados e com menor riqueza de recursos podem adquirir estratégias para explorar mais o habitat e minimizar a competição por alguns recursos. Dessa forma, destaca-se a importância desse estudo para entender a ecologia trófica de marsupiais e roedores nestes ambientes.

Palavras chave: insetos, hábitos alimentares, interação animal-planta, marsupiais, roedores.

1. Introdução

Pequenos mamíferos das ordens Rodentia (roedores) e Didelphimorphia (marsupiais) são os mais representativos da Classe Mammalia e apresentam uma ampla distribuição no Brasil (Abreu et al. 2024). Esses animais desempenham papel como bioindicadores de alterações do habitat, uma vez que algumas espécies são vulneráveis à perda e fragmentação do habitat (Cáceres et al. 2012, Magnus & Cáceres 2012). Podem atuar na recuperação e manutenção da dinâmica de processos ecológicos importantes (Campos et al. 2012), como a dispersão de sementes, contribuindo com a regeneração de ambientes, influenciando a dinâmica populacional das plantas (Lessa & Costa 2010, Camargo et al. 2011), além de atuar no controle de pragas agrícolas e urbanas (Camargo et al. 2017, 2022).

Algumas espécies de pequenos mamíferos podem coexistir no mesmo ambiente, diferenciando a utilização dos estratos da vegetação ou os recursos consumidos (Casella 2011, Vieira & Delciellos 2012). De acordo com Pianka (1973), a partição dos recursos pode ser um mecanismo entre as espécies para reduzir a competição interespecífica, favorecendo a coexistência de um maior número de espécies no ambiente. Além disso, os ambientes podem apresentar variação sazonal na disponibilidade dos recursos alimentares em razão das mudanças de temperatura e precipitação que ocorrem anualmente e que podem ser fatores determinantes na escolha destes recursos pelos organismos (Cáceres & Machado 2013).

A dieta das espécies também pode ser influenciada pelas diferenças entre os sexos e pelo estágio reprodutivo. Por exemplo, Cáceres & Machado (2013) indicam que fêmeas de marsupiais tendem a um maior consumo de itens alimentares, principalmente de invertebrados, durante a fase reprodutiva devido a necessidade de um maior retorno energético. Quanto aos roedores, para machos, é encontrado um consumo maior de artrópodes durante a estação seca em comparação com as fêmeas (Sena & Lessa 2020), uma vez que os artrópodes possuem um alto valor energético, resultando em um menor gasto de energia no forrageamento (Redford; Dorea 1984, Camargo et al. 2013). Já fêmeas e machos do roedor *Trinomys albispinus* (I. Geoffroy Saint-Hilaire, 1838) diferiram no consumo de artrópodes durante a época chuvosa, onde fêmeas consumiram mais itens alimentares, podendo ser um indicativo sobre as diferenças na demanda energética em função do ciclo reprodutivo (Sena & Lessa 2020).

A utilização de redes de interações tróficas visa identificar as relações ecológicas entre as espécies através de uma representação gráfica (Castão et al. 2018), utilizando métricas como conectância, centralidade, aninhamento e modularidade (Delmas et al. 2019). Esta

ferramenta permite visualizar e analisar as interações entre as espécies e os recursos alimentares consumidos (Araújo et al. 2010, Genrich et al. 2017, Camargo et al. 2024), auxiliando na compreensão dos papéis ecológicos desenvolvidos por elas. Com isso, podemos encontrar redes que visam compreender as relações entre predador-presa, parasito-hospedeiro e entre dispersores ou polinizadores com as plantas (Ings et al. 2009).

A conectância de uma rede corresponde ao número total de interações realizadas por uma espécie entre todas as possíveis, podendo conter, por exemplo, espécies generalistas que contribuem para um maior número de interações e podem ser analisadas de forma interespecífica e intraespecífica (Tylianakis et al. 2010, Laurindo et al. 2020). De forma intraespecífica, por exemplo, um estudo feito com o marsupial *Gracilinanus agilis* Burmeister 1854, em áreas de Cerrado, mostrou que os indivíduos de áreas distintas possuem o mesmo padrão alimentar na estação chuvosa, evidenciando uma conectividade entre eles (Camargo et al. 2024). Além disso, Genrich et al. (2017) evidenciaram que a conectância entre roedores e marsupiais pode estar ligada as interações de dispersão de sementes.

Outras métricas, como a centralidade, podem ser usadas para indicar o grau de importância das espécies dentro das redes de acordo com os papéis que desempenham, indicando sua relevância na estruturação da comunidade (Bascompte & Jordano 2007, Palacio et al. 2016). As espécies centrais podem ser diferentes em cada ambiente como resposta à complexidade do habitat e a sua dieta (Mello et al. 2015, Castaño et al. 2018) e podem ser consideradas, proporcionalmente, mais importantes para a estabilidade e o funcionamento de todo o sistema do que as espécies periféricas (Delmas et al. 2019). Por exemplo, espécies de roedores onívoros apresentam uma centralidade maior na rede do que espécies que se alimentam apenas de sementes (Zhang et al. 2025). Para os marsupiais, as espécies centrais de uma rede podem mudar de acordo com a sazonalidade (Camargo et al. 2024).

Uma rede é caracterizada como aninhada quando as espécies que interagem com especialistas correspondem a um subconjunto das espécies que interagem com generalistas, podendo reduzir a competição (Tylianakis et al. 2010, Oliveira et al. 2019). Este cenário foi observado através do partilhamento de recursos alimentares entre machos e fêmeas do marsupial *Gracilinanus microtarsus* (Wagner 1842) (Araújo et al, 2010) em uma abordagem de rede intraespecífica. De modo oposto, em um estudo sobre relações mutualísticas roedor-planta, não foi encontrado um padrão de aninhamento dentro das redes, onde roedores de vários continentes não apresentaram uniformidade na dispersão de espécies de sementes (Zhang et al. 2025).

A estruturação da rede em subgrupos é determinada pela modularidade, onde as

interações são maiores dentro dos módulos do que entre os subgrupos, permitindo observar como as interações estão sendo formadas (Mello et al. 2011). No estudo de Donatti et al. (2011), por exemplo, observa-se que as interações entre frugívoros e plantas apresentam uma estrutura modular, organizando-se em subgrupos nos quais as espécies interagem, preferencialmente, entre si. Nessa rede, marsupiais e roedores desempenham funções distintas, onde algumas espécies atuam como conectores-chaves entre os módulos e outras exibem interações mais especializadas, restritas a grupos específicos. Entretanto, forças geográficas e filogenéticas moldaram as interações e a modularidade nas interações entre roedores e plantas com sementes (Zhang et al. 2025).

Dessa forma, as métricas de rede podem estar diretamente ligadas a qualidade ou perda do habitat, desmatamento, mudanças climáticas, expansão agrícola e a urbanização, podendo provocar alterações na composição e estrutura das comunidades (Tylianakis et al. 2008, Delciellos et al. 2016). Esses fatores podem impactar na diversidade de espécies, comprometendo a funcionalidade das redes e tornando-as mais vulneráveis às perturbações (Tylianakis et al. 2010).

Para o Brasil, alguns estudos com redes de interação são descritos para mamíferos (e.g. Donatti et al. 2011, Genrich et al. 2017, Camargo et al. 2019, 2024), evidenciando diferentes associações entre as espécies e seus recursos alimentares. Entretanto, esta abordagem ainda é pouco explorada em diferentes ambientes, principalmente àqueles associados à áreas sob influência de atividades antrópicas. Dessa forma, torna-se essencial o estudo da dieta de pequenos mamíferos, possibilitando compreender melhor como as espécies consomem, partilham os recursos alimentares disponíveis no ambiente e como são estruturadas as interações entre estes animais e seus recursos alimentares.

2. Objetivos

Este estudo tem como objetivos caracterizar a dieta de roedores e marsupiais e identificar a contribuição de cada item na dieta de machos e fêmeas, bem como avaliar a estrutura da rede trófica composta por estes animais em um fragmento de Mata Atlântica em São Cristóvão, Sergipe.

2.1. Objetivos específicos

- Descrever a composição da dieta de roedores e marsupiais.
- Avaliar diferenças no consumo dos itens alimentares entre machos e fêmeas das

espécies mais capturadas.

- Calcular a amplitude e sobreposição de nicho trófico das espécies.
- Caracterizar a rede trófica entre os pequenos mamíferos, utilizando métricas de conectância, centralidade, aninhamento e modularidade.

2.2. Hipóteses

H1: Fêmeas consumirão maior quantidade de invertebrados em comparação aos machos devido a maior necessidade de requerimento energético.

H2: Haverá alta amplitude e sobreposição de nicho devido a baixa riqueza de itens alimentares consumidos no local.

H3: A rede trófica apresentará altos valores de conectância e centralidade e uma baixa especialização e modularidade como reflexo da restrição de recursos no local.

3. Material e Métodos

A pesquisa foi desenvolvida em uma Área de Preservação Permanente (APP) de 76.666,59 m² do Condomínio Haras Residence (10°57'44.2"S, 37°15'37.1"W; Figura 1) localizado no povoado Aningas, zona rural no município de São Cristóvão, Sergipe. O fragmento vegetal de Mata Atlântica não está fisicamente separado das construções e terrenos no entorno, sendo evidenciado, em seu interior, lixo e animais domésticos. A área apresenta árvores que alcançam entre 10 a 15 metros de altura, um dossel parcialmente fechado, uma camada de serrapilheira densa, lianas e um corpo d'água intermitente (riacho) que atravessa a área (Figura 2). A área do condomínio, que engloba além da APP áreas de lazer e de criação de animais domésticos, foi estabelecida em 2011 e é totalmente murada com um único portão de acesso através da rodovia BR 101. A precipitação mensal registrada no município, durante o período de estudo, variou de 13 mm (dezembro/2024) a 315 mm (maio/2024). O período de menores precipitações foi entre outubro a dezembro de 2024 (13-18 mm) e de maiores precipitações foi entre fevereiro a julho de 2024 (170-315 mm). Estes dados foram obtidos através do pluviômetro modelo Ville de Paris instalado na Vitrine Agroecológica da Coordenadoria de Tecnologia em Agroecologia do Instituto Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão.



Figura 1. Mapa do Estado de Sergipe com destaque na região do município de São Cristóvão, em cinza escuro (B), e o Condomínio Haras Residence, destacando em amarelo o local de estudo e os pontos vermelhos indicam os locais de amostragem (A).



Figura 2. Vegetação de Mata Atlântica (A) e o riacho (B) presentes na Área de Preservação Permanente do Condomínio Haras Residence, localizado no município de São Cristóvão, Sergipe.

Por meio da licença SISBIO # 88194-1, a coleta de dados ocorreu entre setembro de 2023 a abril de 2025 em campanhas realizadas mensalmente, durante duas noites consecutivas, preferencialmente, em período de lua nova, sendo utilizado o método de captura-marcação-recaptura.

Foram utilizadas 100 armadilhas do tipo Sherman (30 x 8 x 9 cm), distribuídas em quatro transecções, instaladas no solo e a 1,5 metros de altura (Figura 3), quando possível. Cada ponto de amostragem distanciava-se do seguinte por 15 metros e foram instaladas, no total, 56 armadilhas no solo e 44 no sub-bosque. As armadilhas eram iscadas com uma mistura de farinha de milho, banana, paçoca de amendoim, milho e sardinha, sendo revisadas diariamente pela manhã.



Figura 3. Armadilhas Sherman para a captura de pequenos mamíferos instaladas no solo e a 1,5 metros de altura na Área de Preservação Permanente do Condomínio Haras Residence, localizado em São Cristóvão, Sergipe.

Os animais capturados foram sexados e identificados com base em chaves de identificação para os grupos (Patton et al. 2015, Faria et al. 2019). A identificação foi feita usando medidas de peso (com o auxílio de uma pesola, em gramas), comprimento cabeça-corpo, pata posterior, orelha e cauda com o auxílio de uma régua, em milímetros. Cada indivíduo foi marcado com um brinco de alumínio numerado (“Eartags”, modelo 1005-1, National Band and Tags Co.) na orelha esquerda e solto no mesmo local de captura.

As fezes foram coletadas durante a revisão das armadilhas, sendo armazenadas em potes de plástico com álcool 70%, etiquetadas de acordo com o número do brinco do animal e triadas posteriormente em laboratório. Após a coleta, o material fecal em laboratório foi desmanchado com álcool 70% e triado usando um estereomicroscópico marca Bel (Modelo SZT). A identificação dos itens alimentares no menor nível taxonômico foi realizada através de consulta a literatura (Lorenzi 2008, Lobova et al. 2009, Lorenzi 2009 a,b, Triplehorn & Johnson 2011, Kuhlmann & Fagg 2012, Carrano-Moreira 2015). Além disso, quando pertinente, os itens foram comparados a materiais depositados no Herbário ASE e do Laboratório de Entomologia, ambos da Universidade Federal de Sergipe.

3.1. Análise da dieta

Para avaliar diferenças na composição da dieta entre machos e fêmeas das espécies

mais capturadas, os dados de frequência de ocorrência dos itens alimentares nas amostras fecais foram testados previamente com relação à normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e posteriormente avaliados pelo teste G, com nível de significância de 5% no programa BioEstat 5.3 (Ayres et al. 2007).

A amplitude de nicho trófico (B) das espécies foi determinada através do inverso do índice de diversidade de Simpson (Simpson 1949), onde o valor de B varia de 1 (uso exclusivo de um determinado recurso) a n (uso de todos os recursos de forma homogênea). Esta métrica foi calculada para cada espécie e para machos e fêmeas das espécies mais capturadas. O cálculo de sobreposição de nicho ($\emptyset$) foi realizado através do índice de Pianka, podendo variar de 0 (sem sobreposição) a 1 (sobreposição total) entre cada par de espécies (Pianka 1973).

Para analisar se a probabilidade da sobreposição encontrada entre todas as espécies seria maior ou menor que a esperada ao acaso, foram realizadas 5.000 simulações por meio do teste de Monte Carlos utilizando-se as frequências dos itens alimentares. Através do programa EcoSim 7.72 (Gotelli & Entsminger 2015) foi realizado o cálculo de sobreposição e as simulações com algoritmo RA3, conservando a largura de nicho de cada espécie e aleatorizando o rearranjo dos valores de uso do recurso para cada espécie (Winemiller & Pianka 1990). Por meio dessas simulações foi possível identificar a existência de uma similaridade entre as espécies no uso dos recursos ou a segregação deste uso na comunidade.

3.2. Análise da rede de interação

Inicialmente foi construída uma matriz binária (presença e ausência) a partir da ocorrência dos itens alimentares consumidos pelas espécies de pequenos mamíferos mais capturados. Em seguida, foram calculadas as métricas de conectância, centralidade, aninhamento e modularidade utilizando-se o pacote *bipartite* (Dormann et al. 2008) no software R (R Core Team 2021).

A conectância (C) foi determinada através da proporção de interações observadas entre os pequenos mamíferos em relação ao total de interações possíveis na rede (Mello et al. 2016). Quanto a centralidade, foram utilizadas as métricas *Normalised Degree* (ND), *Betweenness Centrality* (BC) e *Closeness Centrality* (CC) que indicam o papel ecológico de cada espécie na rede (Martín-González et al. 2010). O ND representa a probabilidade de interações realizadas por uma espécie em relação ao máximo de interações possíveis na rede. A BC identifica espécies que atuam como conectoras entre diferentes partes da rede enquanto

CC mede a proximidade de uma espécie em relação às demais na rede (Mello et al. 2015).

O aninhamento foi calculado por meio do algoritmo WNOD que considera a frequência de interações realizadas por cada espécie. Os valores variam de 0 (sem aninhamento) a 100 (totalmente aninhado), indicando o grau de organização hierárquica da rede (Almeida-Neto & Ulrich 2011). A modularidade foi estimada com o algoritmo QuanBiMo (Q), com valores que variam de 0 (ausência de modularidade) a 1 (modularidade máxima), refletindo o grau de compartimentalização da rede (Dormann & Strauss 2014).

4. Resultados

4.1. Dieta

Foram obtidas 145 amostras fecais de oito espécies de pequenos mamíferos (Tabela 1), sendo dois roedores (*Nectomys squamipes* Brants, 1827 e *Rattus rattus* Linnaeus, 1758) e seis marsupiais (*Didelphis albiventris* Lund 1841, *Gracilinanus* sp., *Marmosa demerarae* Thomas, 1905, *Marmosa murina* Linnaeus, 1758, *Marmosops incanus* Lund, 1840 e *Metachirus myosurus* Burmeister, 1856) (Figura 4).

Ao total, 19 itens alimentares foram identificados (Tabela 1), sendo nove de origem animal (Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Blattodea, Orthoptera, Neuroptera, Ephemeroptera, Mollusca e Araneae) e 10 morfotipos de sementes (*Cecropia pachystachya* Trécul., *Cecropia* sp.1, Fabaceae, Melastomataceae sp.1, Melastomataceae sp.2, *Miconia albicans* Swartz, *Passiflora cincinnata* Mast., *Passiflora* sp.1, *Passiflora* sp.2 e Morfotipo 1) (Figura 5). Invertebrados foram os mais frequentes nas amostras (85,36%), representados principalmente por Coleoptera (69,00%), Hymenoptera (41,10%) e Hemiptera (26,70%). As sementes foram registradas em 26,42% das amostras, sendo Melastomataceae sp.2 (15,75%) e *Passiflora cincinnata* (10,27%) as mais frequentes.

Tabela 1. Frequência de ocorrência (%) dos itens alimentares na dieta de roedores e marsupiais na Área de Preservação Permanente do Condomínio Haras Residence, em São Cristóvão em Sergipe. N = número de amostras fecais por espécie.

Espécies Itens alimentares	<i>Marmosa demerarae</i> (N=94)	<i>Marmosops incanus</i> (N=23)	<i>Didelphis albiventris</i> (N=12)	<i>Gracilinanus agilis</i> (N=4)	<i>Marmosa murina</i> (N=2)	<i>Metachirus myosuroides</i> (N=2)	<i>Nectomys squamipes</i> (N=7)	<i>Rattus rattus</i> (N=1)
Animal								
Hymenoptera	40,43%	39,13%	50,00%	75,00%	50,00%	100,00%	14,28%	-
Hemiptera	28,72%	34,78%	16,67%	50,00%	-	-	-	-
Coleoptera	79,79%	69,56%	50,00%	25,00%	100,00%	-	28,57	-
Blattodea	8,51%	30,43%	66,67%	-	-	100,00%	-	100,00%
Orthoptera	-	4,34%	25,00%	-	-	-	-	-
Neuroptera	2,13%	-	-	-	-	-	-	-
Ephemeroptera	1,06%	-	-	-	-	-	42,85%	-
Mollusca	-	-	16,67%	-	-	-	-	-
Araneae	-	-	8,33%	-	-	-	-	-
Vegetal								
<i>Cecropia pachystachya</i>	3,19%	-	25,00%	-	-	-	14,28%	-
<i>Cecropia</i> sp.1	4,26%	4,34%	-	-	50,00%	-	-	-
Melastomataceae sp.1	4,26%	-	-	25,00%	-	-	-	-
Melastomataceae sp.2	12,77%	13,04%	33,33%	50,00%	50,00%	-	14,28%	-
<i>Passiflora cincinnata</i>	10,64%	-	25,00%	-	-	-	28,57%	-
<i>Passiflora</i> sp.1	6,38%	4,34%	-	-	-	-	-	-
<i>Passiflora</i> sp.2	2,13%	4,34%	-	-	-	-	-	-
<i>Miconia albicans</i>	2,13%	8,69%	-	25,00%	-	-	-	-
Fabaceae	2,13%	-	-	-	-	-	-	-
Morfotipo 1	-	4,34%	-	-	-	-	-	-



Figura 4. Espécies de pequenos mamíferos registradas na Área de Preservação Permanente do Condomínio Haras Residence, em São Cristóvão, Sergipe: *Nectomys squamipes* (A); *Rattus rattus* (B); *Marmosa demerarae* (C); *Didelphis albiventris* (D); *Marmosa murina* (E); *Metachirus myosurus* (F); *Marmosops incanus* (G) e *Gracilinanus* sp. (H).

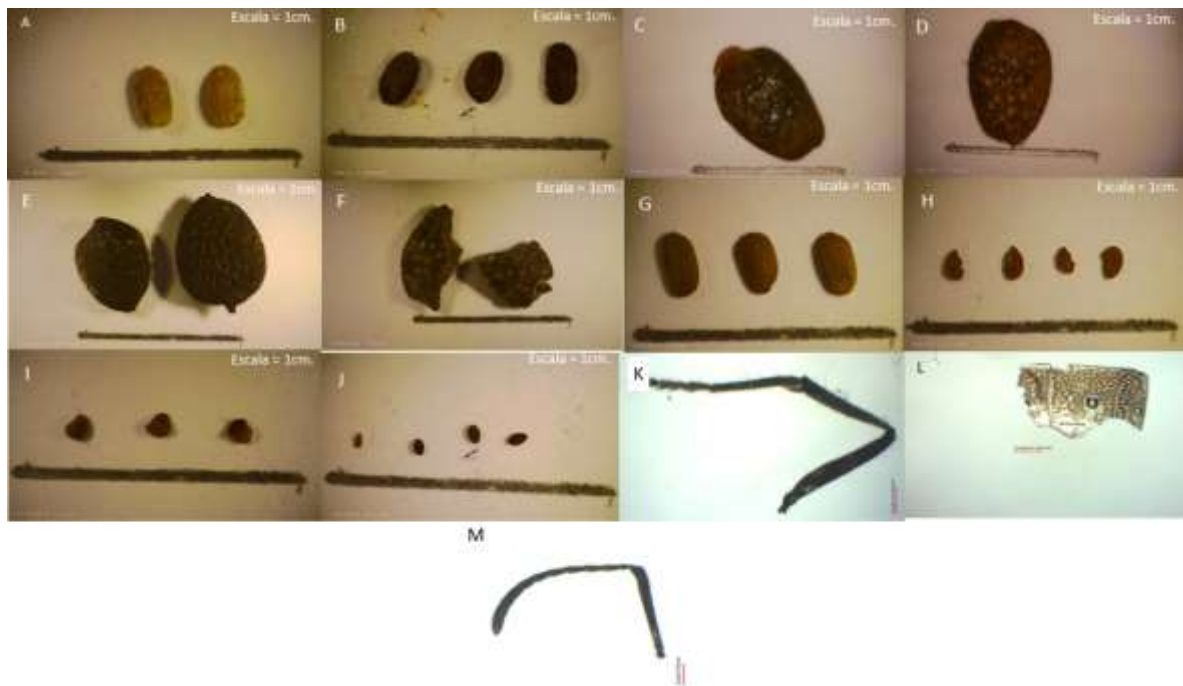


Figura 5. Exemplos de itens alimentares encontrados nas amostras fecais de marsupiais e roedores na Área de Preservação Permanente do Condomínio Haras Residence, em São Cristóvão, São Cristóvão, Sergipe. A) *Cecropia paschytachya*, B) *Cecropia* sp., C) *Passiflora cincinnata*, D) *Passiflora* sp1, E) *Passiflora* sp2, F) Fabaceae, G) Melastomataceae sp.1, H) Melastomataceae sp.2, I) *Miconia albicans*, J) Morfotipo 1, K) fragmento de perna de Hymenoptera, L) fragmento de Hemiptera e M) antena de Coleoptera. Escala representada pela barra abaixo das sementes = 1 cm.

Analisando o conjunto de dados, observou-se que apenas para as espécies de marsupiais *Marmosa demerarae* (94 amostras), *Marmosops incanus* (23 amostras) e *Didelphis albiventris* (12 amostras) foram obtidas amostras suficientes para realizar as análises estatísticas propostas.

Para *M. demerarae*, 62 (65,95%) amostras eram de fêmeas e 32 (34,05%) de machos. Fêmeas consumiram 15 itens alimentares (seis itens de origem animal e nove tipos de frutos), enquanto machos consumiram 10 itens alimentares (cinco de origem animal e cinco tipos de frutos) (Figura 6). Coleoptera (38,26%) e Hymenoptera (19,38%) foram os itens alimentares de invertebrados mais consumidos por ambos os gêneros. A análise mostrou que machos e fêmeas não diferiram em sua dieta ($p = 0,9956$; Teste G = 0,1601). Entretanto, fêmeas possuíram uma dieta mais generalista ($B_{\text{fêmeas}} = 4,66$) em comparação aos machos ($B_{\text{machos}} = 3,79$).

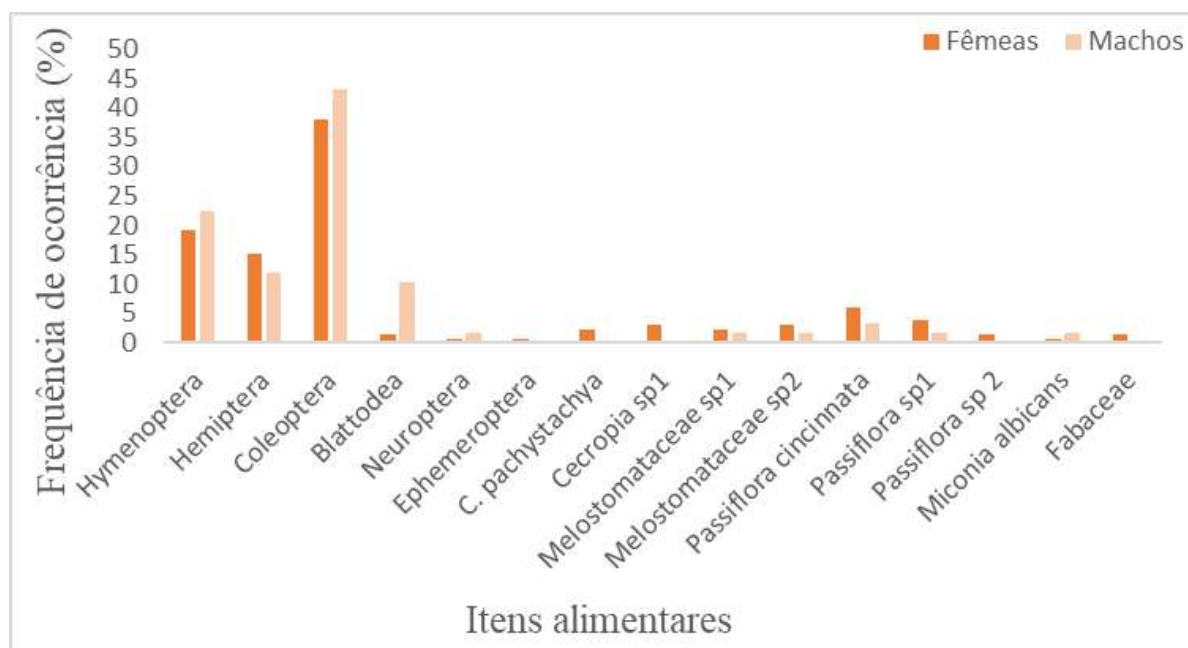


Figura 6. Frequência de ocorrência de itens alimentares consumidos por machos e fêmeas do marsupial *Marmosa demerarae* em um fragmento de Mata Atlântica no Condomínio Haras Residence, São Cristóvão/SE.

Para *M. incanus*, foram obtidas 16 (69,30%) amostras para as fêmeas e sete (30,70%) para machos. Fêmeas consumiram nove itens alimentares (quatro de origem animal e cinco de origem vegetal) e os machos consumiram sete itens (quatro de origem animal e três de origem vegetal) (Figura 7). Coleoptera, Hymenoptera e Hemiptera foram os itens mais consumidos. A análise mostrou que machos e fêmeas não diferiam em suas dietas ($p = 0,9999$; Teste G = 0,1704), mas machos tiveram um maior valor de amplitude de nicho, indicando uma dieta mais generalista comparado às fêmeas ($B_{\text{fêmeas}} = 4,77$; $B_{\text{machos}} = 5,54$).

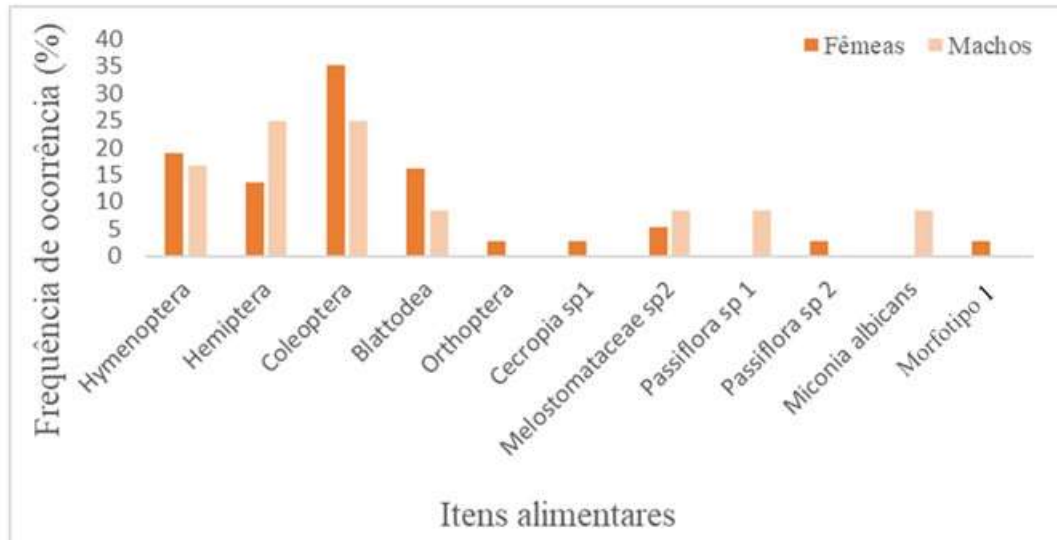


Figura 7. Frequência de ocorrência de itens alimentares consumidos por machos e fêmeas do marsupial *Marmosops incanus* em um fragmento de Mata Atlântica no Condomínio Haras Residence, São Cristóvão/SE.

Quanto aos machos e fêmeas de *D. albiventris*, ambos tiveram seis amostras. Fêmeas consumiram nove itens alimentares (seis tipos de invertebrados e três morfotipos de sementes) e os machos consumiram 10 itens alimentares (sete insetos e três morfotipos de sementes) (Figura 8). Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera e Blattodea foram os itens alimentares mais consumidos, além do consumo de Mollusca e Araneae que foi restrito à esta espécie. Machos e fêmeas de *D. albiventris* também não diferiram em sua dieta ($p = 0,9996$; Teste G = 0,9413), mas machos ($B_{\text{fêmeas}} = 8,0$) indicaram ter uma dieta mais generalista em comparação com as fêmeas ($B_{\text{machos}} = 5,71$).

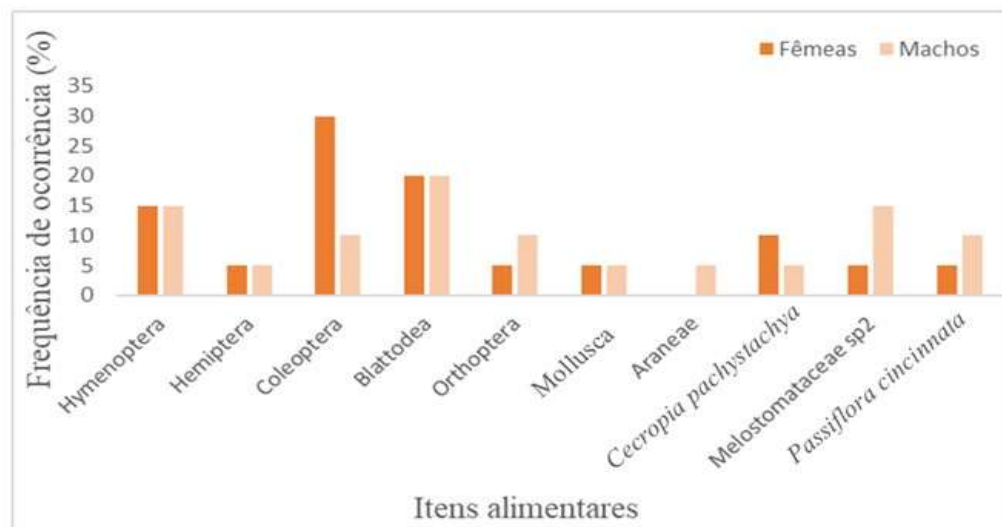


Figura 8. Frequência de ocorrência de itens alimentares consumidos por machos e fêmeas do marsupial *Didelphis albiventris* em um fragmento de Mata Atlântica no Condomínio Haras Residence, São Cristóvão/SE.

No geral, as análises sugerem uma dieta generalista para as três espécies de marsupiais analisadas, sendo maior para *Didelphis albiventris* ($B_{\text{albiventris}} = 7,68$; $B_{\text{incanus}} = 5,34$; $B_{\text{marmosa}} = 4,68$). *Marmosops incanus* e *D. albiventris* apresentaram uma sobreposição de nicho de 0,63, enquanto a sobreposição entre *M. incanus* e *M. demerarae* foi de 0,95, e entre *D. albiventris* e *M. demerarae* foi de 0,71. Estes resultados indicam que essas espécies exploram similarmente as categorias alimentares ($p_{\text{obs} > \text{esp}} < 0,001$).

4.2. Rede de interação

A rede trófica foi composta pelas três espécies de marsupiais que possuíram maiores números de amostras fecais (*Didelphis albiventris*, *Marmosa demerarae* e *Marmosops incanus*) e uma espécie de roedor (*Nectomys squamipes*) que, juntas, consumiram 19 itens alimentares, sendo nove de origem animal e 10 de origem vegetal (Figuras 9 e 10).

- 1 - *Marmosa demerarae*
- 2 - *Marmosops incanus*
- 3 - *Didelphis albiventris*
- 4 - *Nectomys squamipes*
- 5 - Coleoptera
- 6 - Hymenoptera
- 7 - Hemiptera
- 8 - Blattodea
- 9 - Melastomataceae sp.2
- 10 - *Passiflora cincinnata*
- 11 - *Cecropia pachystachya*
- 12 - *Passiflora* sp.1
- 13 - *Cecropia* sp.1
- 14 - Melastomataceae sp.1
- 15 - *Miconia albicans*
- 16 - Orthoptera
- 17 - Ephemeroptera
- 18 - *Passiflora* sp.2
- 19 - Neuroptera
- 20 - Mollusca
- 21 - Fabaceae
- 22 - Araneae
- 23 - Morfotipo 1

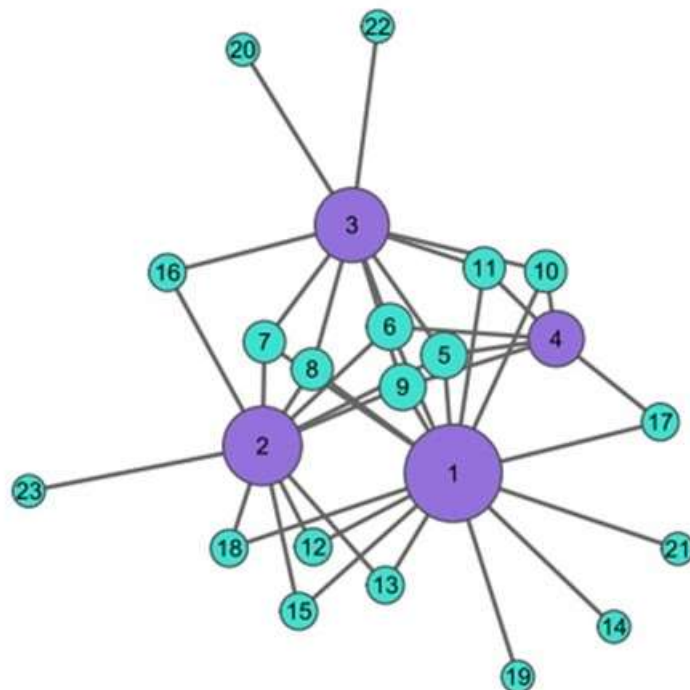


Figura 9. Rede de interação trófica entre pequenos mamíferos (consumidores) e seus recursos alimentares em um fragmento de Mata Atlântica no Condomínio Haras Residence, Sergipe. Os nós roxos representam os consumidores e em azul os recursos consumidos. O tamanho dos nós indica o número de conexões, representando a importância relativa de cada item na rede. Os números referem-se às espécies listadas à esquerda na figura.

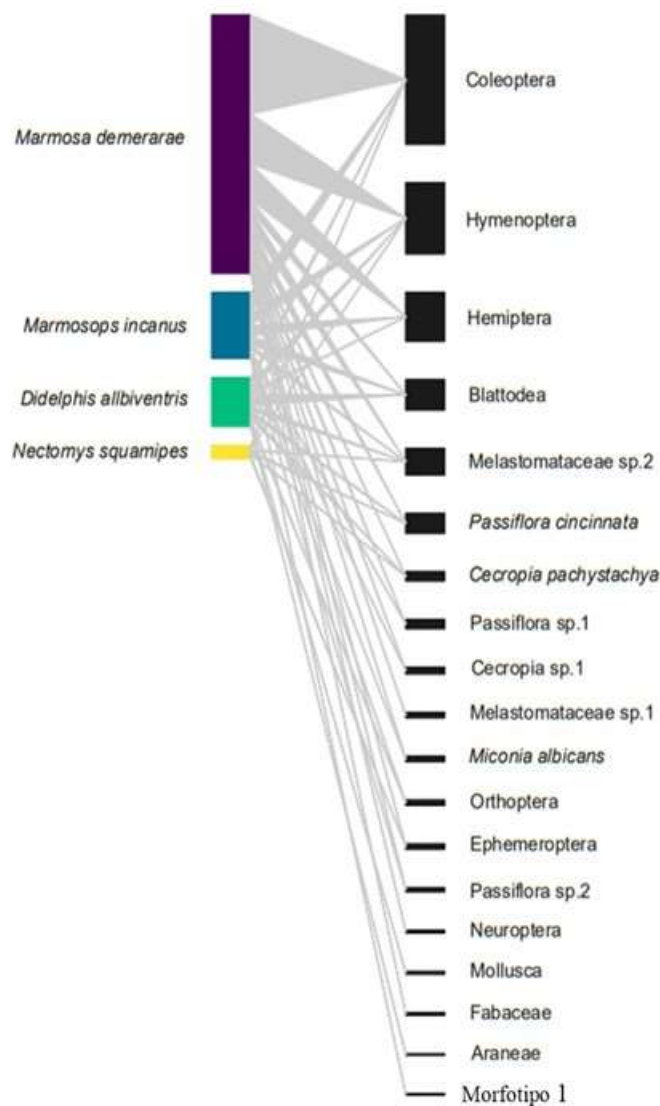


Figura 10. Rede bipartida de interação trófica entre espécies de marsupiais e roedores e itens alimentares em um fragmento de Mata Atlântica no Condomínio Haras Residence, em Sergipe. No lado esquerdo estão representadas as espécies de pequenos mamíferos e à direita os itens alimentares. A largura da linha indica a intensidade dessas interações.

O valor da conectância foi intermediário ($N = 0,456$) e não é significativamente diferente do esperado ao acaso ($IC = 0,553 - 0,658$; $p = 0,976$). Identifica-se espécies que fazem muitas interações (*M. demerarae*, *D. albiventris* e *M. incanus*) enquanto que *Nectomys squamipes* faz poucas interações (Figura 9). O valor para a especialização foi baixa ($H2: 0,16$) e menor que o esperado ao acaso ($IC = 0,035 - 0,095$; $p < 0,0001$), ou seja, grande parte das espécies apresentou maiores forças de interação com poucos itens alimentares.

Quanto a centralidade, os maiores valores de ND foram para as espécies *M. demerarae* (15), *M. incanus* (11) e *D. albiventris* (10), indicando que estas são as que possuem maiores interações dentro da rede. Em relação aos itens alimentares, os maiores valores de ND foram para Coleoptera (4), Hymenoptera (4), Hemiptera (3), Blattodea (3), Melastomataceae sp.2

(4), *Passiflora cincinnata* (3) e *Cecropia pachystachya* (3). Apenas os itens alimentares Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Blattodea e Melastomaceae sp.2 foram os que obtiveram maior número de BC (BC = 0.124), sendo as principais conectoras entre os módulos. Todas as espécies de pequenos mamíferos apresentaram igualmente o mesmo valor de CC (0,25), sendo as espécies mais próximas dentro da rede, enquanto Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Blattodea, Melastomaceae sp2, *Passiflora cincinnata* e *Cecropia pachystachya* também foram os itens alimentares mais representativos (CC = 0,056 – 0,057) (Tabela 2).

Tabela 2 - Métricas de centralidade da rede trófica de pequenos mamíferos e itens alimentares em um fragmento de Mata Atlântica no Condomínio Haras Residence, em Sergipe. Em negrito, destaca-se os maiores valores registrados. *Normalised Degree* (ND), *Betweenness Centrality* (BC) e *Closeness Centrality* (CC).

Espécie	ND	BC	CC
<i>Marmosa demerarae</i>	15	0	0.25
<i>Marmosops incanus</i>	11	0	0.25
<i>Didelphis albiventris</i>	10	0	0.25
<i>Nectomys squamipes</i>	6	0	0.25
Coleoptera	4	0.124	0.057
Hymenoptera	4	0.124	0.057
Melastomataceae_sp.2	4	0.124	0.057
Hemiptera	3	0.124	0.057
Blattodea	3	0.124	0.057
<i>Passiflora cincinnata</i>	3	0.09	0.056
<i>Cecropia pachystachya</i>	3	0.09	0.056
<i>Passiflora</i> sp.1	2	0.036	0.054
<i>Cecropia</i> sp.1	2	0.036	0.054
<i>Miconia.albicans</i>	2	0.036	0.054
Orthoptera	2	0.055	0.051
Ephemeroptera	2	0	0.051
<i>Passiflora</i> sp.2	2	0.036	0.054
Melostomataceae_sp.1	1	0	0.051
Neuroptera	1	0	0.051
Mollusca	1	0	0.043
Fabaceae	1	0	0.051
Araneae	1	0	0.043
Morfotipo 1	1	0	0.045

A rede apresentou um valor significativo de aninhamento ($N = 50,298$). O valor observado foi maior que o intervalo de confiança do modelo nulo ($IC = 44,07 - 62,88$; $p = 0,78$), ou seja, a rede apresentou aninhamento maior que o esperado ao acaso. Quanto a modularidade, obteve-se um baixo valor ($N = 0,134$). Mesmo assim, foi um valor acima do intervalo esperado pelo acaso ($IC = 0,064 - 0,117$; $p = 0,001$), indicando que essa rede é mais modular do que esperado ao acaso e formou três módulos (Figura 11). O primeiro módulo é composto por *M. demerarae* que consumiu em maior quantidade Hymenoptera e Coleoptera. O segundo módulo é formado por *M. incanus* e *D. albiventris* que tiveram Blattodea e Melastomataceae sp.2 como itens alimentares mais frequente em sua dieta. O terceiro módulo é constituído por *N. squamipes* que consumiu Ephemeroptera com frequência.

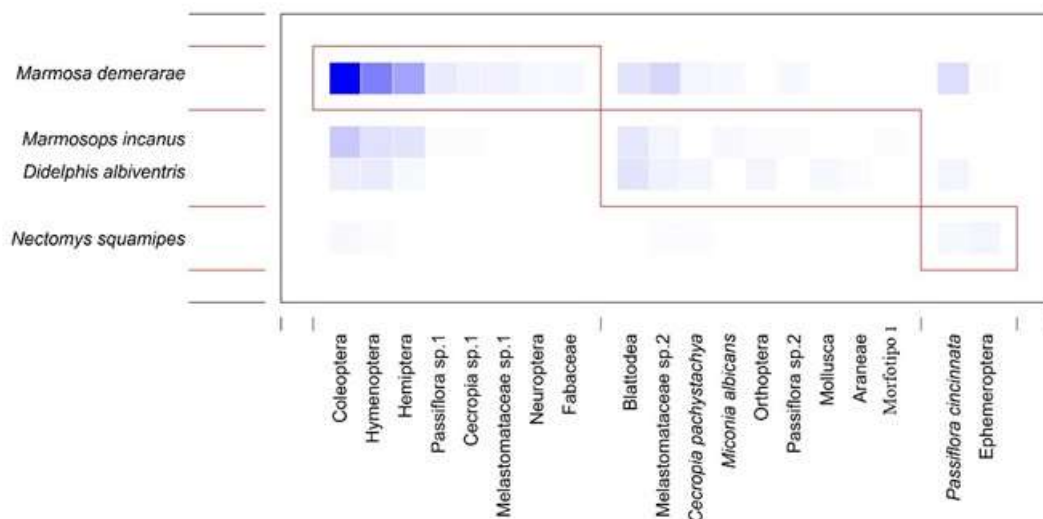


Figura 11. Módulos da rede de marsupiais e roedores e itens alimentares em um fragmento de Mata Atlântica no Condomínio Haras Residence em Sergipe. As relações entre as espécies são representadas pelos quadrados azuis e, quanto mais escuro, mais forte é a interação entre as espécies de pequenos mamíferos e o item alimentar.

5. Discussão

5.1. Dieta

Os resultados desse estudo indicam que as espécies de marsupiais e roedores do fragmento de Mata Atlântica analisado possuem uma dieta variada, com alta frequência no consumo de artrópodes, principalmente Coleoptera, Hymenoptera e Hemiptera, e o consumo de alguns morfotipos de sementes, assim como nos estudos de Cáceres (2004), Casella (2011), Cáceres e Machado (2013) e Carvalho et al. (2019). *Marmosa demerarae*, *M. incanus* e *D. albiventris* apresentaram um consumo regular de insetos e frutos durante o estudo,

caracterizando uma dieta generalista conforme descrito por Abreu et al. (2024).

Coleoptera é considerada a ordem mais diversa de insetos (Carvalho et al. 2005), enquanto Hymenoptera é a ordem que possui maior biomassa em florestas tropicais, especialmente devido as formigas (Formicidae) (Triplehorn & Johnson 2015). No estudo de Conceição & Bocchiglieri (2017), Hymenoptera e Coleoptera foram os itens alimentares mais abundantes no local e os itens alimentares mais consumidos por *Marmosa demerarae* e *Marmosops incanus*, padrão semelhante ao observado também por Santos-Filho et al. (2017) para *M. demerarae* e *M. bishopi*. Redford e Dorea (1984) indicam que em comparação aos outros invertebrados, o maior consumo de formigas e cupins reflete em um elevado retorno energético para seus predadores, pois estas presas possuem altos valores de gordura e nitrogênio. Dessa forma, a disponibilidade de insetos no local e o seu alto valor energético podem estar diretamente vinculados ao maior consumo desses itens alimentares por marsupiais e roedores, podendo também refletir em um menor gasto energético no forrageamento desses animais, corroborando os resultados do presente estudo.

Estudos conduzidos em diferentes ambientes evidenciam que machos e fêmeas de *M. demerarae* apresentam um consumo direcionado para invertebrados e frutos (Carvalho et al. 2005, Fernandes et al. 2006, Lessa & Costa 2010, Santos Filho et al. 2017) , assim como no atual estudo. Isto pode indicar a plasticidade trófica desta espécie, que apresenta ampla distribuição nos ambientes florestais no Brasil (Faria et al. 2019) .

Em uma revisão sobre *M. incanus* por Bezerra e Geise (2015), foi indicado que frutos e invertebrados são dois componentes importantes em sua dieta. Hymenoptera, Coleoptera e Hemiptera, segundo Lessa e Geise (2010), são os grupos de insetos mais consumidos por essa espécie, corroborando com os achados neste estudo. Além disso, os autores também mencionam a importância de frutos na composição da sua dieta. Dessa forma, os resultados indicam que *M. incanus* apresenta uma preferência alimentar consistente, independente do ambiente amostrado. Diferente dos outros marsupiais, *Didelphis albiventris* apresentou consumo de Mollusca e Aranae em sua dieta, caracterizando um comportamento oportunista e sendo considerada uma espécie frugívora-onívora (Cáceres 2002, Lessa & Geise 2010, Santori et al. 2012, Silva et al. 2014, Abreu et al. 2024). Entretanto, Hymenoptera, Coleoptera e Blattodea foram os itens alimentares mais frequentes em sua dieta, assim como em alguns estudos (Cáceres 2002, 2004, Silva et al. 2014), refletindo a plasticidade alimentar desta espécie como resposta à sua capacidade de adaptação aos diferentes habitats.

Estudos conduzidos em diferentes ambientes evidenciam que machos e fêmeas de *M. demerarae* apresentam um consumo direcionado para invertebrados e frutos (Carvalho et al.

2005, Fernandes et al. 2006, Lessa & Costa 2010, Santos Filho et al. 2017), assim como no atual estudo. No entanto, pode haver uma diferenciação entre os sexos. Estudos indicam um maior consumo de itens alimentares por fêmeas pode estar vinculado a maiores demandas energéticas durante o período reprodutivo. Durante a gestação e lactação, as fêmeas precisam compensar o gasto energético por meio de uma dieta variada. Esse padrão foi encontrado, por exemplo, por Leiner e Silva (2007), que destacaram diferenças sexuais no forrageamento de *M. demerarae*, onde fêmeas consumiram mais insetos do que machos. Entretanto, neste estudo, não houve diferença no consumo dos itens alimentares entre machos e fêmeas. Isso pode estar ligado a qualidade e tamanho do habitat, onde as espécies estão consumindo de forma semelhante os recursos disponíveis.

Em relação à amplitude de nicho, todas as espécies de pequenos mamíferos apresentaram valores elevados, indicando uma dieta generalista com aproveitamento dos recursos alimentares disponíveis no ambiente, ou seja, o que estão disponíveis em um pequeno fragmento de vegetação em uma matriz rodeada de residências e áreas rurais. Esse padrão pode estar associado aos efeitos da fragmentação e da qualidade do habitat, que tendem a limitar a oferta de recursos específicos, levando as espécies a explorarem uma variedade maior de itens alimentares. Resultados semelhantes foram observados para mamíferos no estudo de Magioli et al. (2019), que destaca a plasticidade trófica como uma estratégia das espécies em ambientes fragmentados.

Nesse estudo, *D. albiventris*, *M. demerarae* e *M. incanus* indicaram uma alta sobreposição de nicho, caracterizando que essas espécies compartilham os recursos. Santori et al. (2012) indica que marsupiais simpátricos compartilham de forma similar os recursos disponíveis no ambiente, podendo utilizar diferentes estratégias para evitar a sobreposição de seus nichos, como a divisão no uso dos recursos ao longo do tempo e/ou do espaço.

Estes resultados indicam que essas espécies exploram de forma similar as categorias alimentares e a partição do nicho trófico entre espécies pode favorecer a coexistência ao diminuir a competição (Leite et al. 1996). Em alguns estudos, frutos e invertebrados estão associados as dietas de *D. albiventris*, *M. demerarae* e *M. incanus* (e.g. Lessa & Geise 2010, Lessa & Costa, 2010, Santori et al. 2012, Silva et al. 2014). Entretanto, algumas diferenças podem ser encontradas, onde para *M. incanus* e *M. demerarae* é descrita uma dieta insetívora-onívora, apresentando uma proporção relativamente maior no consumo de insetos (Lessa & Costa 2010). Já para *D. albiventris* é descrita uma dieta oportunista, englobando o consumo de material vegetal, invertebrados e vertebrados (Lessa & Geise 2010, Santori et al. 2012, Silva et al. 2014).

Além disso, a segregação do espaço vertical pode ser outra estratégia, onde espécies de gêneros diferentes ocupam habitats diferentes e, assim, a partilha de recursos pode ser favorecida entre elas (Vieira & Delciellos 2012). Nesse estudo, *M. incanus* e *D. albiventris* foram mais capturadas nas armadilhas dispostas no solo enquanto *M. demerarae* foi majoritariamente amostrada em armadilhas no sub-bosque.

Outro mecanismo pode ser a segregação temporal, outro mecanismo que contribui para a coexistência entre as espécies (Paise & Vieira 2006). De acordo com Oliveira-Santos (2008), *D. albiventris* apresenta hábitos noturno-crepusculares, concentrando a maior parte de sua atividade nas primeiras horas da noite, enquanto *M. demerarae* também é noturna, porém apresenta múltiplos picos de atividade distribuídos ao longo da noite.

5.2. Rede de interação

O valor intermediário da conectância e a baixa especialização na rede trófica registrados neste estudo refletem a influência da qualidade do habitat. Ambientes fragmentados, pequenos e com pouca disponibilidade de itens alimentares, com a área de estudo aqui deste estudo, pode refletir em uma redundância funcional das espécies onde a maioria delas estarão conectadas pelos mesmos recursos alimentares (Tylianakis et al. 2007).

Palácio et al. (2016), em seu estudo, mostram que as espécies centrais tendem a serem as mais generalistas na rede. No presente estudo, os mamíferos com maior número de interações também foram os que possuíram uma dieta mais generalista em comparação às outras, reforçando esse padrão. As espécies que ocupam posições centrais podem diferir entre os ambientes, refletindo diferenças na complexidade do habitat e na especialização alimentar (Mello et al. 2015, Castaño et al. 2018).

Redes aninhadas apresentam maior resiliência a perturbações, pois a sobreposição de interações entre espécies especialistas e generalistas cria redundância funcional e garante que os serviços ecossistêmicos sejam mantidos mesmo sob estresse (Bastolla et al. 2009, Mello et al. 2011). Entretanto, nesse estudo, o aninhamento foi intermediário, indicando uma estrutura moderadamente organizada, na qual parte das interações dos especialistas ocorre junto às dos generalistas.

Em redes tróficas altamente modulares, as espécies se organizam em subgrupos com interações mais fortes dentro de cada módulo do que entre módulos diferentes (Bascompte & Jordano 2007). Nesse estudo, a modularidade da rede foi baixa, indicando que consumidores e presas não estão fortemente agrupados. Isso pode estar ligado a dietas generalistas e à

disponibilidade de recursos no local. Garay-Narváez (2014), em seu estudo, indica que a modularidade pode fortalecer a rede trófica, aumentando sua resistência à perturbação no habitat e que, sem ela, a rede pode estar mais fragilizada.

Quando a perda de espécies ocorre ao acaso, a rede mantém grande parte da sua estrutura funcional, resultado encontrado nesse estudo. Isso é corroborado com a literatura (Dunne et al. 2002, Burgos et al. 2007), que aponta que redes tróficas geralmente são mais tolerantes a extinções aleatórias devido à redundância dos papéis ecológicos das espécies e à presença de espécies generalistas. Entretanto, quando as espécies-chave são removidas, a rede perde rapidamente sua estabilidade, corroborando os resultados desse estudo. Em redes mutualísticas e tróficas, a perda de espécies-chave é vista como um dos principais mecanismos que podem levar ao colapso dos papéis ecológicos (Albert et al. 2000, Memmott et al. 2004).

Dessa forma, os resultados deste estudo evidenciam que a dieta variada, a alta amplitude e sobreposição de nicho entre as espécies de pequenos mamíferos presentes no Condomínio Haras Residence contribuem para uma rede trófica relativamente frágil, onde a estabilidade da rede depende fortemente das espécies-chave. Esse cenário pode estar vinculado a fragmentação do local de estudo, onde pressões antrópicas, como a perda de habitat e a redução da disponibilidade de recursos alimentares (*observação pessoal*) trazem riscos ao equilíbrio da comunidade de pequenos mamíferos.

Este estudo traz informações importantes sobre a dieta e estrutura da rede trófica de pequenos mamíferos em um fragmento de Mata Atlântica em Sergipe. Entretanto, ressalta-se a importância de realizar estudos sobre redes tróficas de pequenos mamíferos em outras localidades no Estado, considerando a escassez de informações disponíveis sobre o tema, visando indicar tendências, ou não, nessa estruturação.

6. Considerações finais

Este estudo evidenciou que os marsupiais e roedores presentes no fragmento de Mata Atlântica no Condomínio Haras Residence possuem uma dieta composta por invertebrados e frutos. Os marsupiais *Marmosa demerarae*, *Marmosops incanus* e *Didelphis albiventris* apresentam uma dieta generalista, com predominância de insetos e frutos, indicam uma alta amplitude e sobreposição de nicho, evidenciando o compartilhamento dos recursos alimentares pelas espécies. No geral, machos e fêmeas destas espécies não diferiram no consumo dos itens alimentares, o que reflete a utilização compartilhada dos recursos disponíveis no local. A rede trófica teve valor significativo para conectância e aninhamento e

baixa modularidade, enquanto a centralidade foi maior para Hymenoptera, Coleoptera, Hemiptera, *M. demerarae*, *M. incanus* e *D. albiventris*, indicando uma rede moderadamente frágil, reflexo da qualidade e características do habitat e da disponibilidade recursos.

7. Referências bibliográficas

- Abreu, E. F. et al. 2024. Lista de mamíferos do Brasil. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14536925>
- Albert, R.; Jeong, H.; Barabási, A. L. 2000. Error and attack tolerance of complex networks. *Nature* 406:378-382.
- Almeida-Neto, M.; Ulrich, W. 2011. A straightforward computational approach for measuring nestedness using quantitative matrices. *Environmental Modelling & Software* 26:173-178.
- Araújo, M. S.; Martins, E. G.; Da Cruz, L.; Fernandes, F. R.; Linhares, A. X.; Dos Reis, S. F.; Guimarães Jr, P. R. 2010. Nested diets: a novel pattern of individual-level resource use. *Oikos* 119:81-88.
- Ayres, M.; Ayres, J. R. M.; Ayres, D. L.; Dos Santos, A. A. S. 2007. BioEstat- aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Instituto Marimauá, Belém. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263608962_BIOESTAT_-_aplicacoes_estatisticas_nas_areas_das_Ciencias_Bio-Medicas
- Bascompte, J.; Jordano, P. 2007. Plant-Animal mutualistic networks: The architecture of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 38:567-593.
- Bastolla, U. et al. 2009. The architecture of mutualistic networks minimizes competition and increases biodiversity. *Nature* 458:1018-1020.
- Bezerra, A. C.; Geise, L. 2015. O estado da arte de *Marmosops incanus* (Lund, 1840) (Didelphimorphia, Didelphidae): uma síntese. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia* 73:65-86.
- Burgos, E.; Ceva, H.; Perrazo, R. P. J.; Devoto, M.; Medan, D.; Zimmermann, M.; Delblue, A. M. 2007. Why nestedness in mutualistic networks?. *Journal of Theoretical Biology* 249:307-313.
- Cáceres, N. C. 2002. Food habitats and seed dispersal by the white-eared opossum *Didelphis albiventris* in Southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37:1-8.
- Cáceres, N. C. 2004. Diet of three didelphid marsupials (Mammalia, Didelphimorphia) in southern Brazil. *Mammalian Biology* 69:430-433.
- Cáceres, N. C.; Machado, A. F. 2013. Spatial, dietary and temporal niche dimensions in

- ecological segregation of two sympatric, congeneric marsupial species. *The Open Environmental Research Ecology Journal* 6:10-23.
- Cáceres, N. C.; Prevedello, J. A.; Loretto, D. 2012. Uso do espaço por marsupiais: fatores influentes sobre área de vida, seleção de habitat e movimentos. In: *Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação* (Cáceres, N. C., ed.). 2. ed. Editora UFMS, Campo Grande, p. 325-344.
- Camargo, N. F.; Camargo, A. J. A.; Mendonça, A. F.; Vieira, E. M. 2017. Potencial serviço ecossistêmico prestado pelo marsupial *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia: Didelphidae) com a predação do percevejo marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 339:19.
- Camargo, N. F.; Cruz, R. M. S.; Ribeiro, J. F.; Vieira, E. M. 2011. Frugivoria e potencial dispersão de sementes pelo marsupial *Gracilinanus agilis* (Didelphidae: Didelphimorphia) em áreas de Cerrado do Brasil central. *Acta Botanica Brasilica* 25:646-656.
- Camargo, N. F.; Ribeiro, J. F.; Camargo, A. J. A.; Vieira, E. M. 2013. Diet of the gracile mouse opossum *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia; Didelphidae) in a neotropical savanna: intraspecific variation and resource selection. *Acta Theriologica* 59:183-191.
- Camargo, N. F.; Oliveira, H. F. M.; Ribeiro, J. F.; Camargo, A. J. A.; Vieira, E. M. 2019. Availability of food resources and habitat structure shape the individual-resource network of a Neotropical marsupial. *Ecology and Evolution* 9:3946-3957.
- Camargo, N. F.; Oliveira, H. F. M.; Ribeiro, J. F.; Camargo, A. J. A.; Vieira, E. M. 2024. Morphological traits explain the individual position within resource-consumer networks of a Neotropical marsupial. *Current Zoology* 70:453-464.
- Camargo, N. F.; Reis, G. G.; Mendonça, A. F.; Lamann, R. A.; Nardoto, G. B.; Camargo, A. J. A.; Vieira, E. M. 2022. Native marsupial acts as an in situ biological control agent of the main soybean pest (*Euschistus heros*) in the neotropics. *European Journal of Wildlife Research* 69:1-16.
- Campos, W. H.; Neto, A. M.; Peixoto, H. J. C.; Godinho, L. B.; Silva, E. 2012. Contribuição da fauna silvestre em projetos de restauração ecológicos no Brasil. *Pesquisa florestal brasileira* 32:429-440.
- Carrano-Moreira, A. P. 2015. Insetos. Manual de coleta e identificação. Technical Books Editora, Rio de Janeiro, vol. 2.
- Carvalho, F. M. V.; Fernandez, F. A. S.; Nessimian, J. L. 2005. Food habits of sympatric opossums coexisting in small Atlantic Forest fragments in Brazil. *Mammalian Biology* 70:366-375.

- Carvalho, R. F.; Passos, D. C.; Lessa, L. G. 2019. Diet variations in short-tailed opossum *Monodelphis domestica* (Didelphimorphia, Didelphidae) due to seasonal and intersexual factors. *Mastozoología Neotropical* 26:1-9.
- Casella, J. 2011. Diet of *Didelphis aurita* and *Micoureus paraguayanus* and the fruit availability in a semideciduous Atlantic Forest in Southern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation* 6:85-93.
- Castañão, J. H.; Carranza, J. A.; Péres-Torres, J. 2018. Diet and trophic structure in assemblages of montane frugivorous phyllostomid bats. *Acta Oecologica* 91:81-90.
- Conceição, A. M.; Bocchiglieri, A. 2017. Seleção de invertebrados na dieta de marsupiais (Mammalia; Didelphimorphia) em fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. *Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão* 39:117-126.
- Delmas, E.; Besson, M.; Brice, M. H.; Burkle, L. A.; Dalla Riva, G. V.; Fortin, M. J.; Gravel, D.; Guimarães, P. R. Jr.; Hembry, D. H.; Newman, E. A. 2019. Analysing ecological networks of species interactions. *Biological Reviews* 94:16-36.
- Donatti, C. I.; Guimarães, P. R.; Galetti, M.; Pizo, M. A.; Marquitti, F. M.; Dirzo, R. 2011. Analysis of a hyper-diverse seed dispersal network: modularity and underlying mechanisms. *Ecology Letters* 14:773-781.
- Dormann, C. F.; Gruber, B.; Fruend, J. 2008. Introducing the bipartite Package: Analysing ecological networks. *R News* 8:8-11.
- Dormann, C. F.; Strauss, R. 2014. A method for detecting modules in quantitative bipartite networks. *Methods in Ecology and Evolution* 5:90-98.
- Dunne, J. A.; Williams, R. J.; Martinez, N. D. 2002. Network structure and biodiversity loss in food webs: robustness increases with connectance. *Ecology Letters* 5:558-567.
- Fernandes, M. E.; Andrade, F. A.; Silva Júnior, J. DE S. 2006. Diet of *Micoureus demerarae* (Thomas) (Mammalia, Didelphidae) associated with contiguous forests of mangrove and terra firme in Bragança, Pará, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23:1087-1092.
- Garay-Narváez, L.; Flores, J. D.; Arim, M.; Ramos-Jiliberto, R. 2014. Food web modularity and biodiversity promote species persistence in polluted environments. *Oikos* 123:583-588.
- Genrich, C. M.; Mello, M. A. R.; Silveira, F. A. O.; Brostein, J. L.; Paglia, A. P. 2017. Duality of interaction outcomes in a plant-frugivore multilayer network. *Oikos* 126:361-368.
- Gotelli, N. J.; Entsminger, G. L. 2015. EcoSim: Null models software for ecology. Zenodo. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16504>

- Ings, T. C. et al. 2009. Ecological networks - beyond food webs. *Journal of Animal Ecology* 78:253-269.
- Kuhlmann, M.; Fagg, C. 2012. Frutos e sementes do cerrado. *Atrativos de Fauna. Rede de sementes do cerrado*, Brasília.
- Laurindo, R. S.; Vizentin-Bugoni, J.; Tavares, D. C.; Mancini, M. C. S.; Mello, R. M.; Gregorin, R. 2020. Drivers of bat roles in Neotropical seed dispersal networks: abundance is more important than functional traits. *Oecologia* 193:189-198.
- Leiner, N. O.; Silva, W. R. 2007. Seasonal variation in the diet of the Brazilian slender opossum (*Marmosops paulensis*) in a montane Atlantic forest area, southeastern. *Journal of Mammalogy* 88:158-164.
- Leite, Y. L. R.; Costa, L. P.; Stallings, J. R. 1996. Diet and vertical space use of three sympatric opossums in a Brazilian Atlantic forest reserve. *Journal of Tropical Ecology* 12:435-440.
- Lessa, L. G.; Costa, F. N. 2010. Diet and seed dispersal by five marsupials (Didelphimorphia: Didelphidae) in a Brazilian cerrado reserve. *Mammalian Biology* 75:10-16.
- Lessa, L. G.; Geise, L. 2010. Hábitos alimentares de marsupiais didelfídeos brasileiros: análise do estado de conhecimento atual. *Oecologia Australis* 14:901-910.
- Lobova, T. A.; Geiselman, C. K.; Mori, S. A. 2009. Seed dispersal by bats in the Neotropics. *Memories of the New York Botanical Garden*, vol. 101.
- Lorenzi, A. 2008. Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1. ed. Instituto Plantarum, São Paulo.
- Lorenzi, A. 2009a. Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Instituto Plantarum, São Paulo.
- Lorenzi, A. 2009b. Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 3. ed. Instituto Plantarum, São Paulo.
- Magioli, M.; Moreira, M. Z.; Fonseca, R. C. B.; Ribeiro, M. C.; Rodrigues, M. G.; Ferraz, K. M. P. M. D. B. 2019. Human-modified landscapes alter mammal resource and habitat use and trophic structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116:18466-18472.
- Magnus, L. Z.; Cáceres, N. C. 2012. Efeito do tamanho de área sobre a riqueza e composição de pequenos mamíferos na Floresta Atlântica. *Mastozoología Neotropical* 19:163-178.
- Mello, M. A. R.; Marquitti, F. M. D.; Guimarães Jr., P. R.; Kalko, E. K. V.; Jordano, P.; Aguiar, M. A. M. 2011. The missing part of seed dispersal networks: structure and robustness of bat-fruit interactions. *PLoS ONE* 6:e17395.
- Mello, M. A. R.; Muylaert, R. D. L.; Pinheiro, R. B. P.; Ferreira, G. M. F. 2016. Guia para

- análise de redes ecológicas. Belo Horizonte.
- Mello, M. A. R.; Rodrigues, F. A.; Costa, L. F.; Kissling, W. D.; Şekercioğlu, C. H.; Marquitti, F. M. D.; Kalko, E. K. V. 2015. Keystone species in seed dispersal networks are mainly determined by dietary specialization. *Oikos* 124:1031-1039.
- Memmott, J.; Waser, N. M.; Price, M. V. 2004. Tolerance of pollination networks to species extinctions. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 271:2605-2611.
- Oliveira, H. F. M.; Camargo, N. F.; Gager, Y.; Muylaert, R. L.; Ramon, E.; Martins, R. C. C. 2019. Protecting the Cerrado: where should we direct efforts for the conservation of bat-plant interactions?. *Biodiversity and Conservation* 28:2765-2779.
- Oliveira, H. F. M.; Camargo, N. F.; Gager, Y.; Muylaert, R. L.; Ramon, E.; Martins, R. C. C. 2020. Protecting the Cerrado: where should we direct efforts for the conservation of bat plant interactions?. *Biodiversity and Conservation* 28:2765-2779.
- Paise, G.; Vieira, E. M. 2006. Daily activity of a neotropical rodent (*Oxymycterus nasutus*): seasonal changes and influence of environmental factors. *Journal of Mammalogy* 87:733-739.
- Palacio, R. D.; Valderrama-Ardila, C.; Kattan, G. H. 2016. Generalist species have a central role in a highly diverse plant-frugivore network. *Biotropica* 48:349-355.
- Patton, J. L.; Pardiñas, U. F. J.; D'Elia, G. (eds.). 2015. *Mammals of South America*, vol. 2: Rodents. The University of Chicago Press, Chicago.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4:53-74.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Redford, K. H.; Dorea, J. G. 1984. The nutritional value of invertebrates with emphasis on ants and termites as food for mammals. *Journal of Zoology* 203:385-395.
- Santori, R. T.; Lessa, L. G.; Astúa, D. 2012. Alimentação, nutrição e adaptações alimentares de marsupiais brasileiros. In: *Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação* (Cáceres, N. C., ed.). 2. ed. Editora UFMS, Campo Grande, p. 385-406.
- Santos-Filho, M.; de Souza Valois, E. M.; Alves Ignácio, A. R.; De Lázari, P. R.; de Almeida Chiquito, E.; Lopes Lázaro, W. 2017. Feeding ecology of *Marmosa demerarae* (Thomas, 1905) and *Marmosops bishopi* (Pine, 1981) (Mammalia, Didelphidae) in forest fragments of the southern Amazon. *Mastozoología Neotropical* 24:409-418.
- Sena, V. G.; Lessa, L. G. 2020. Variação sazonal na dieta de *Trinomys albispinus* (Rodentia,

- Echymidae) em uma área de campos rupestres, no sudeste brasileiro. BIOS 7:51-56.
- Silva, A. R.; Forneck, E. D.; Bordignon, S. A. L.; Cademartori, C. V. 2014. Diet of *Didelphis albiventris* Lund, 1840 (Didelphimorphia, Didelphidae) in two periurban areas in southern Brazil. Acta Scientiarum. Biological Sciences 36:183-189.
- Simpson, E. 1949. Measurement of diversity. Nature 163:688.
- Triplehorn, C. A.; Johnson, N. F. 2011. Estudo dos Insetos. Tradução da 7ª. ed. Cengage Learning, São Paulo.
- Tylianakis, J. M.; Tschardtke, T.; Lewis, O. T. 2007. Habitat modification alters the structure of tropical host–parasitoid food webs. Nature 445:202-205.
- Tylianakis, J. M.; Didham, R. K.; Bascompte, J.; Wardle, D. A. 2008. Global change and species interactions in terrestrial ecosystems. Ecology Letters 11:1351-1363.
- Tylianakis, J. M.; Laliberté, É.; Nielsen, A.; Bascompte, J. 2010. Conservation of species interaction networks. Biological Conservation 143:2270-2279.
- Vieira, M. V.; Delciellos, A. C. 2012. Locomoção, morfologia e uso do habitat em marsupiais neotropicais: uma abordagem ecomorfológica. In: Os marsupiais do Brasil: biologia, ecologia e conservação (Cáceres, N. C., ed.). 2. ed. Editora UFMS, Campo Grande, p. 365-383.
- Winemiller, K.; Pianka, E. R. 1990. Organization in natural assemblages of desert lizards and tropical fishes. Ecological Monographs 60:27-55.
- Zhang, Y.; Holyoak, M.; Zhang, Z.; Liu, R.; Hao, X.; Chen, J.; Yan, C. 2025. Network architecture and phylogeographic drivers of rodent-seed plant interactions at continental scales. Proceedings of the National Academy of Sciences 94:760-773.