



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL (PPGBAN)

KELLY CHRISTIE DOS SANTOS COSTA

**Atributos morfológicos e estrutura de redes de  
interação beija-flor planta**

GOIÂNIA

30/06/2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

## **TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES**

### **E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### **1. Identificação do material bibliográfico**

Dissertação       Tese       Outro\*: \_\_\_\_\_

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

**Exemplos:** Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

#### **2. Nome completo do autor**

Kelly Christie dos Santos Costa

#### **3. Título do trabalho**

**ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E ESTRUTURA DE REDES DE INTERAÇÃO BEIJA-FLOR PLANTA**

#### **4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)**

Concorda com a liberação total do documento  SIM       NÃO<sup>1</sup>

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

**a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;

- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **KELLY CHRISTIE DOS SANTOS COSTA, Discente**, em 02/08/2022, às 08:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **WALTER SANTOS DE ARAUJO, Usuário Externo**, em 02/08/2022, às 09:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3082791** e o código CRC **7A351593**.

**Referência:** Processo nº 23070.033756/2022-21

SEI nº 3082791

KELLY CHRISTIE DOS SANTOS COSTA

**Atributos morfológicos e estrutura de redes de  
interação beija-flor planta**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito à obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal.

Área de concentração: Biodiversidade Animal.

Linha de Pesquisa: História Natural, Comportamento e Sistemática de Vertebrados e Invertebrados.

Orientador: Professor Doutor Walter Santos de Araújo

GOIÂNIA  
30/06/2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Santos Costa, Kelly Christie dos  
Atributos Morfológicos e Estrutura de Redes de Interação Beija-flor  
planta [manuscrito] / Kelly Christie dos Santos Costa. - 2022.  
58 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Walter Santos de Araújo.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto  
de Ciências Biológicas (ICB), Programa de Pós-Graduação em  
Biodiversidade Animal, Goiânia, 2022.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico,  
tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Correspondência morfológica. 2. Especialização. 3. Guilda. 4.  
Ornitofilia. 5. Trochilidae. I. Araújo, Walter Santos de , orient. II. Título.

CDU 94



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº **053** da sessão de Defesa de Dissertação de **kelly Christie dos Santos Costa**, que confere o título de Mestra em **Biodiversidade Animal**, na área de concentração em **Biodiversidade Animal**.

Ao/s **trinta dias do mês de junho de dois mil e vinte e dois (30/06/2022)**, a partir das **14h00min**, por **videoconferência**, seguindo **Resolução CONSUNI/UFG Nº 141 de 13 de maio de 2022** e orientações do **Ofício Circular no. 34/2022/PRPG/UFG (SEI 23070.030951/2022-07)**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“Caracteres morfológicos e estrutura de redes de interação beija-flor-planta neotropicais”**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, **Prof. Dr.**

**Walter Santos de Araújo (Depto de Biologia Geral/UNIMONTES)**, com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Prof. Dr. Arthur Ângelo Bispo de Oliveira (NTFSI/Faculdade de Letras/UFG)**, membro titular interno; **Profa. Dra. Camila Silveira de Souza (Depto de Biologia Geral/UNIMONTES)**, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho **conforme explicitado abaixo**. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo **Prof. Dr. Walter Santos de Araújo**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao(s) **trinta dias do mês de junho de dois mil e vinte e dois (30/06/2022)**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

**ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E ESTRUTURA DE REDES DE INTERAÇÃO BEIJA-FLOR PLANTA**

Documento assinado eletronicamente por **WALTER SANTOS DE ARAUJO, Usuário Externo**, em 30/06/2022, às 17:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Arthur Angelo Bispo De Oliveira, Professor do Magistério Superior**, em 01/07/2022, às 10:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila Silveira de Souza, Usuário Externo**, em 05/07/2022, às 04:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3006405** e o código CRC **A8FBE868**.

---

**Referência:** Processo nº 23070.033756/2022-21

SEI nº 3006405

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao meu orientador, Walter Santos de Araújo, pela orientação acadêmica desde a graduação, e por todas as vezes em que ignorou a opção “onde aperta para desistir” (risos). Por ter mostrado ao longo desse caminho ser uma pessoa aberta, paciente e humana. Deixo aqui, o meu reconhecimento e a minha grande admiração.

Agradeço aos meus familiares por todo o apoio, suporte e valores. Em especial, à Juliana Cristina que esteve presente desde os meus primeiros passos durante a elaboração do projeto, que coincidiu com o início conturbado da pandemia.

Agradeço aos amigos Bruno Maia (“toninho”), por ter embarcado comigo no início dessa ideia, com o apoio em campo, na execução do projeto piloto. A Érica Vanessa e a Mariane Scarcela por toda a ajuda e suporte técnico durante a execução das análises estatísticas.

Agradeço a Alice Ferreira, pela amizade e momentos de descontração que foram muito importantes durante os meus momentos de bloqueio. E ao Leandro Lopes (ridículo) por me ajudar a “desacelerar” nos momentos de ansiedade, com todos os seus saberes e ensinamentos.

Agradeço a Universidade Federal de Goiás e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal pelo aprendizado e aprimoramento de conhecimentos.

Agradeço ao Laboratório de Interações Ecológicas e Biodiversidade (LIEB), da Universidade Estadual de Montes Claros, por todo o conhecimento compartilhado.

Por fim, agradeço ao objeto de estudo, as Aves, em especial aos beija-flores e suas interações. Com os quais aprendi a olhar de forma mais minuciosa e com encantamento para a teia da vida.

A todos o meu muito obrigada!

Dedico,

à todos que contribuíram de forma direta ou indireta na construção desse trabalho.



*“Mestre não é quem ensina, mas quem de repente aprende”*

***Guimarães Rosa***

*“Falei dos pecados da Biologia. Mas eu não trocaria esta janela por nenhuma outra. A Biologia ensinou-me coisas fundamentais. Uma delas foi a humildade. Esta nossa ciência me ajudou a entender outras linguagens, a fala das árvores, a fala dos que não falam. A Biologia me serviu de ponte para outros saberes. Com ela entendi a vida como uma história, uma narrativa perpétua que se escreve não em letras mas em vidas”*

***Mia Couto no texto: “Fomos deixando de escutar”; em 'Pensatempos'.***

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
2.1 Compilação de dados.....	18
2.2 Análise das redes de interação.....	21
2.3 Análise de dados.....	22
3. RESULTADOS.....	23
4. DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÃO.....	31
8. REFERÊNCIAS.....	32
9. MATERIAL SUPLEMENTAR.....	41
Anexo 1.....	41
Anexo 2.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Modelos lineares generalizados (GLMs) mostrando os efeitos da proporção de espécies de plantas ornitófilas (%) e tamanho da rede sobre os descritores estruturais (conectância e modularidade) de redes beija-flor-planta Neotropicais.....24

Tabela 2. Resultados dos modelos lineares generalizados de efeito misto (GLMMs) avaliando os efeitos de guildas de plantas (plantas ornitófilas e não-ornitófilas) nas variáveis de resposta (grau, especialização e similaridade) de espécies vegetais em redes beija-flor-planta Neotropicais. Os valores qui-quadrado e P são os coeficientes de regressão do modelo geral.....24

Tabela 3. Resultados dos modelos lineares generalizados de efeito misto (GLMMs) avaliando os efeitos do tamanho do bico e peso corporal nas variáveis de resposta (grau, especialização e similaridade) de espécies de beija-flores em redes beija-flor-planta Neotropicais. Os valores qui-quadrado e P são os coeficientes de regressão do modelo geral. ....27

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição das 24 redes beija-flor-planta analisadas no estudo. Nesta escala de mapa, algumas das redes estão localizadas tão próximas umas das outras que são indistinguíveis.....	20
Figura 2. Comparação da similaridade de interações entre guildas de espécies de plantas ornitófilas e não-ornitófilas em redes beija-flor-planta neotropicais.....	23
Figura 3. Efeito do tamanho do bico (cm) sobre o grau das espécies de beija-flores em redes beija-flor-planta neotropicais.....	28
Figura 4. Efeito do tamanho do bico (cm) sobre a especialização das espécies de beija-flores em redes beija-flor-planta neotropicais.....	28

# **ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E ESTRUTURA DE REDES DE INTERAÇÃO BEIJA-FLOR PLANTA**

Dissertação formatada conforme as normas da revista *Biotropica*

## **RESUMO**

A especialização biótica desempenha um papel central na coexistência das espécies. Muitos estudos abordam a polinização realizada por beija-flores, porém, trabalhos relacionados aos efeitos de caracteres morfológicos de plantas e beija-flores na especialização de redes são escassos. Nesse contexto, este estudo visa responder se i) a dominância de espécies vegetais ornitófilas aumenta a especialização das redes de interação beija-flor-planta?; ii) plantas ornitófilas apresentam maior diversidade de interações com beija-flores do que plantas não-ornitófilas?; iii) o tamanho do bico e o peso do beija-flor influenciam na diversidade de suas interações? Pesquisas foram realizadas para estudos sobre interações beija-flor-planta na região Neotropical. Compilamos 24 redes compostas por 34 espécies de beija-flores, 326 espécies de plantas e 1.182 interações distintas. Não encontramos efeito da dominância de plantas ornitófilas na estrutura (conectância e modularidade) das redes. Por outro lado, as interações em nível de espécie foram influenciadas por características morfológicas de plantas e beija-flores. A similaridade das interações entre espécies vegetais foi maior para plantas ornitófilas do que para plantas não-ornitófilas. Isso se deve ao conjunto de caracteres presentes no grupo de plantas ornitófilas que conferem atratividade aos beija-flores. Assim, os beija-flores tendem a visitar mais espécies de plantas semelhantes levando a uma maior similaridade de interações. O tamanho do bico influenciou positivamente no grau e especialização das interações dos beija-flores. O maior número de interações entre beija-flores com bicos mais longos é provavelmente

é resultado do ajuste morfológico entre o bico das aves e a corola da flor. Nossos achados mostram que características morfológicas das espécies de beija-flores e plantas influenciam diretamente na diversidade de interações das redes beija-flor-planta neotropicais e especialização das espécies. Estudos como esse fornecem informações importantes para a compreensão dos fatores que estruturam as comunidades.

**Palavras-chave:** correspondência morfológica, especialização, guilda, ornitofilia, Trochilidae.

## **ABSTRACT**

Biotic specialization plays a central role in the coexistence of species. Many studies address the pollination performed by hummingbirds, however, researches related to the effects of morphological characters of plants and hummingbirds on the specialization of networks are scarce. In this context, this study aims to answer whether i) the dominance of ornithophilous plant species increases the specialization of hummingbird-plant interaction networks?; ii) ornithophilous plants show greater diversity of interactions with hummingbirds than non-ornithophilous plants?; iii) do the size of the beak and the weight of the hummingbird influence the diversity of their interactions? Searches were carried out for studies on hummingbird-plant interactions in the Neotropics. We compiled 24 networks composed of 34 species of hummingbirds, 326 species of plants and 1,182 distinct interactions. We found no effect of the dominance of ornithophilous plants on the structure (connectance and modularity) of the networks. On the other hand, interactions at the species level were

influenced by morphological characteristics of plants and hummingbirds. The similarity of plant species interactions was higher for ornithophilous plants than non-ornithophilous plants. This is due to the set of characters present in the group of ornithophilic plants that confer attractiveness to hummingbirds. Thus, hummingbirds tend to visit more similar plant species leading to a greater similarity of interactions. The beak size positively influenced the degree and specialization of hummingbird interactions. The greater number of interactions between hummingbirds with longer beaks is probably a result of the morphological fit between the birds' beak and the flower's corolla. Our findings show that morphological characteristics of hummingbird species and plants directly influence the diversity of interactions of Neotropical hummingbird-plant networks and species specialization. Studies like this provide important information for understanding the factors that structure communities.

**Key-Words:** morphological correspondence, specialization, guild, ornithophily Trochilidae.

## 1. INTRODUÇÃO

Diversos processos ecológicos envolvem interações entre as espécies, que podem ser estudadas através da abordagem de redes complexas (Delmas et al., 2018). Uma rede ecológica é representada através de grafos compostos por dois elementos básicos: um conjunto de nós, que correspondem as espécies, conectadas por linhas ou links, que representam a interação entre pares de espécies (Landi et al., 2018; Poisot et al., 2016). Estudos envolvendo redes podem ser caracterizados de diversas formas,

no entanto, são normalmente agrupados em redes antagonistas e redes mutualistas (Ings et al., 2009; Landi et al., 2018). As relações entre polinizadores e plantas e outras associações mutualísticas são tópicos muito abordados sobre a perspectiva de redes (e.g., Olesen et al., 2007; Bascompte & Jordano, 2013), devido a sua reconhecida importância ecológica, evolutiva e econômica para o funcionamento e manutenção das comunidades ecológicas (Ollerton, 2017; Rech et al., 2016; Ratto et al., 2018).

A interação planta-polinizador, ocorre através da oferta de recursos florais pelas plantas aos visitantes que, durante o forrageamento secundariamente as polinizam (Willmer, 2011; Agostini et al., 2014). Muitas espécies de plantas dependem de animais como agentes polinizadores. Estima-se que pelo menos cerca de 87,5% das angiospermas do mundo sejam polinizadas por animais (Ollerton et al., 2011). Entre os vertebrados que operam como polinizadores, as aves representam um dos grupos mais diversos (Regan et al., 2015), com destaque para os beija-flores (Aves: Trochilidae) que atuam como os principais polinizadores de aproximadamente 15% das plantas da região Neotropical (Bawa, 1990; Las-casas et al., 2012). Entretanto, muitas vezes esse processo envolve a participação de centenas de espécies que apresentam diversos graus de especialização (Bender et al., 2017; Rodríguez-flores et al., 2019). Nesse sentido, espécies de beija-flores tendem a visitar plantas com características morfológicas florais específicas, sendo essas caracterizadas como ornitófilas ou troquilófilas (ver Fenster, 2004; Maglianesi et al., 2015).

As angiospermas são extremamente diversas em seus atributos florais (Dafni et al., 2005), e algumas características podem favorecer a atratividade de diferentes tipos de animais. As plantas adaptadas à polinização pelos beija-flores, apresentam

características morfológicas, estruturais e fenotípicas associadas à síndrome ornitófila (Faegri & Van Der Pijl, 1979). Dentre elas se destacam as flores com corolas tubulares e diâmetro reduzido, cores contrastantes (e.g., laranja, vermelho e violeta), ausência de cheiro, antese diurna, alta produção de néctar e separação espacial da câmara nectarífera em relação aos estigmas e anteras (Castellanos et al., 2004). Além disso, as plantas troquilófilas apresentam flores pendentes favorecendo o voo pairado dos beija-flores (Faegri & Van Der Pijl, 1979). No entanto, as comunidades vegetais na região neotropical apresentam flores com ampla variação morfológica (Dafni et al., 2005; Silva, 2014). Essas flores podem apresentar menor ou maior grau de especialização morfológica em relação ao comprimento e forma da corola e o bico dos beija-flores, sendo que algumas podem ser visitadas por muitas espécies de animais, enquanto outras apresentam morfologia que restringe seu uso apenas por beija-flores (Muruyama et al., 2014; Strauss & Irwin, 2004).

Caracteres morfológicos dos troquilídeos como, por exemplo, o comprimento do bico e a massa corpórea, podem refletir diretamente no sucesso de obtenção de recurso pelos beija-flores (Rico-Guevara et al., 2019), bem como, nas estratégias de forrageamento executadas por eles (Mendonça & Anjos, 2005). Entretanto, apesar da massa corporal ser de grande importância nas interações beija-flor-planta (Araya-Salas et al., 2018), ela está mais intimamente relacionada a sistemas comportamentais de dominância entre os beija-flores (e.g., Marquez-Luna et al., 2019). Desse modo, espécies de beija-flores de maior tamanho e massa corporal, tendem a ser dominantes em relação a beija-flores menores, restringindo seu acesso às flores defendidas (Claudino et al., 2021). Por outro lado, estudos recentes indicam que o comprimento do bico é a variável mais importante para explicar a frequência de interação e especialização em redes beija-flor-planta (e.g., Maglianesi et al., 2014;

Claudino et al., 2021). Isso se deve ao tamanho do bico estar diretamente relacionado ao acoplamento morfológico com as corolas das plantas, fazendo com que beija-flores com bicos de diferentes tamanhos utilizem recursos florais distintos (Brown & Bowers, 1985; Machado, 2009).

A especialização biótica desempenha um papel central na coexistência das espécies (Dalsgaard et al., 2011), principalmente em interações mutualistas polinizador-planta devido ao seu impacto no sucesso da polinização e estabilidade da rede (e.g., Waser & Ollerton, 2006). Geralmente, essas redes são estruturadas de forma que espécies especialistas interagem especialmente com generalistas (e.g., Bascompte et al., 2006). Desse modo, incongruências morfológicas e fenotípicas, podem restringir o tipo, o número e força das interações exercidas por uma determinada espécie (Stang et al., 2009; Junker et al., 2013). Além disso, fatores como a disponibilidade sazonal de recursos, podem tornar os beija-flores versáteis em seu forrageio, explorando também espécies de plantas com síndrome não-ornitofílica em épocas de escassez de alimento (Machado, 2009). Esses elementos podem influenciar diretamente a especialização das comunidades de polinizadores e, conseqüentemente, a modularidade das redes de interação. Uma vez que espécies com ligações mais especializadas tendem a formar grupos que interagem entre si (Olesen et al., 2007).

Apesar de muitos estudos abordarem a polinização realizada por beija-flores, inclusive avaliando sobre o ponto de vista das redes de interação beija-flor-planta (e.g., Vizentin-Bugoni et al., 2014), trabalhos com foco nos efeitos dos atributos morfológicos das plantas e dos beija-flores sobre a especialização das redes são escassos. Em vista do panorama atual de mudanças globais nos ecossistemas, a

compreensão de como essas interações se comportam dentro e entre comunidades é importante para entender a dependência entre as espécies e dinâmica das comunidades.

Nesse contexto, este estudo visa responder as seguintes questões: i) a dominância de espécies de plantas ornitófilas aumenta a especialização das interações das redes de beija-flor-planta?; ii) plantas ornitófilas apresentam maior diversidade de interações com beija-flores do que flores não-ornitófilas?; iii) o tamanho do bico e o peso do beija-flor influenciam na diversidade de suas interações? Esperamos que: i) proporções altas de espécies ornitófilas influenciem positivamente na estrutura das redes de interação aumentando a sua conectividade e diminuindo sua modularidade; ii) espécies de plantas ornitófilas possuam uma maior diversidade e especialização de interações dentro das redes quando comparadas às espécies não-ornitófilas; iii) beija-flores com bicos maiores são mais especializados em relação a beija-flores com bicos de tamanho menores ou intermediários. Por outro lado, beija-flores com maior massa corporal, terão um maior número de interações dentro das redes.

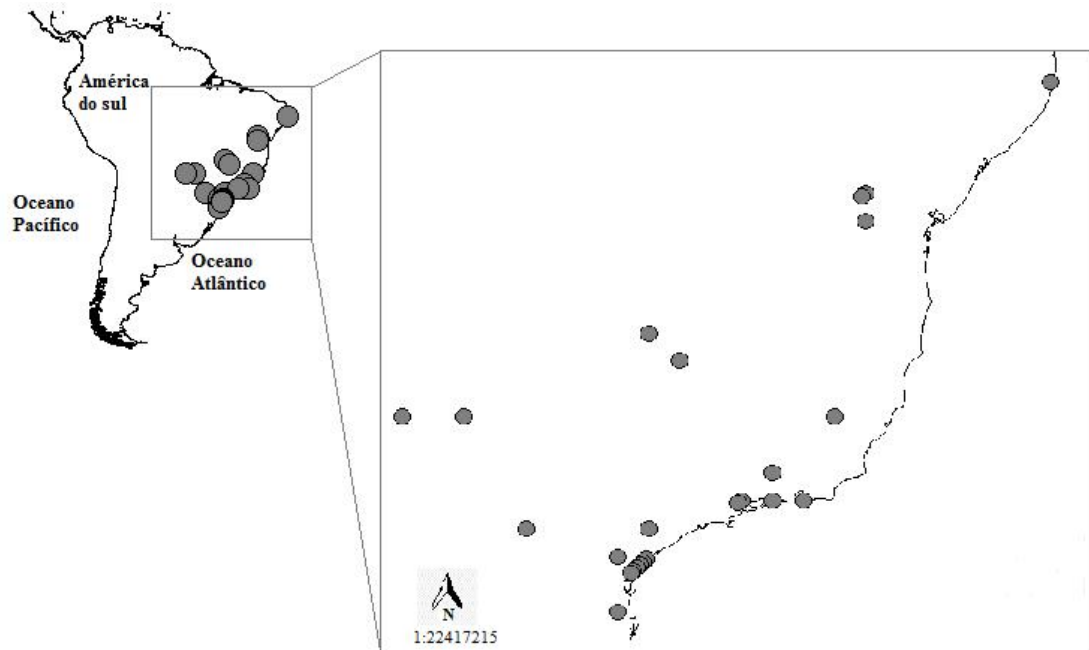
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Compilação de dados**

Foi produzida uma base de dados a partir de estudos sobre interações entre beija-flores e plantas com flores da região Neotropical extraídos do trabalho de Moreira et al., (2020). Para isso, foram realizadas buscas através de base de dados acadêmicos como por exemplo: Google scholar ([www.scholar.google.com](http://www.scholar.google.com)), Web Database ([www.nceas.ucsb.edu/interactionweb/](http://www.nceas.ucsb.edu/interactionweb/)) e Scopus Database ([www.scopus.com/](http://www.scopus.com/)). Foram usadas as seguintes palavras-chave e suas combinações em português e inglês:

planta (or plant), polinizador (or pollinator), visitante floral (or floral visitor), rede de interações (or interaction network) e pesquisa ou lista (or research or list). Adicionalmente, foi realizada uma busca na literatura citada em revisões e estudos em macro escala sobre interação de aves, por exemplo, Zanata et al. (2017). Também foram incluídos dados disponíveis em 01 (um) artigo publicado em congresso, 06 (seis) dissertações de mestrado e 08 (oito) teses de doutorado. Após a busca, os estudos foram analisados e, em seguida, filtrou-se esses documentos a fim de evitar redundâncias (como, por exemplo, redes iguais usadas em estudos diferentes). Não foram impostas nenhuma restrição quanto à data das publicações e a última busca foi realizada até janeiro de 2019.

Para a inclusão dos estudos foram considerados os seguintes critérios: (1) forneceu pelo menos uma descrição básica da área de estudo, contendo uma coordenada geográfica; (2) indicou as espécies (ou morfoespécies) de beija-flores em cada espécie (ou morfoespécies) de plantas; (3) a rede possuía pelo menos cinco espécies de plantas e cinco espécies de visitantes florais, totalizando pelo menos 10 espécies e (4) apresentou pelo menos 80% dos visitantes identificados a nível de espécie. Para os estudos selecionados foram extraídos os seguintes dados: coordenadas geográficas, altitude, país, tipo de ecossistema e família de plantas. Foram encontrados um total de 28 redes de interação beija-flor-planta distribuídos na região neotropical, das quais apenas 24 redes foram consideradas neste estudo (**Figura 1; Anexo 1**). Para este estudo não foram determinados o tipo de interação entre os parceiros interagentes (i.e., interações legítimas ou ilegítimas).



**Figura 1.** Distribuição das 24 redes beija-flor-plantas analisadas no estudo. Nesta escala de mapa, algumas das redes estão localizadas tão próximas umas das outras que são indistinguíveis.

As espécies de plantas compiladas foram categorizadas e divididas em duas classes (ou “guildas”): ornitófilas ou não-ornitófilas. Para isso, utilizamos a base de dados disponível em Rodríguez-Flores et al. (2019) que caracterizou as famílias botânicas de acordo com a morfologia floral de suas espécies. Para as espécies de plantas de famílias categorizadas como “intermediárias”, por Rodríguez-Flores et al. (2019) nós realizamos buscas adicionais na literatura, por estudos relacionados à descrição das espécies de interesse. A partir disso, foram compiladas informações relacionadas as seguintes características das espécies: tamanho (cm) e cor da corola. Com base nas características determinadas, foi possível categorizar e escrever quantitativamente os diferentes tipos de flores das espécies de plantas, que vão desde flores com síndrome ornitófila a flores consideradas como entomófilas. De acordo com esse critério, as plantas presentes nas redes foram categorizadas em ornitófilas ou

não ornitófilas. Redes que apresentaram mais de 5% das espécies de plantas para as quais não foi possível a caracterização, não foram incluídas em nossas análises.

Para a classificação taxonômica das espécies de plantas foi utilizado o Flora e Funga do Brasil (2022). Para as espécies de beija-flores a nomenclatura científica segue a disposição proposta pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (Pacheco et al., 2021).

## 2.2 Análise das Redes de Interação

Usando as informações compiladas, nós construímos matrizes binárias com as espécies de beija-flores (**I**) representadas nas colunas e as espécies de plantas (**J**) nas linhas. Para descrever a estrutura das redes, usamos os parâmetros de conectância e modularidade. Esses descritores são geralmente usados para descrever a arquitetura de redes bipartidas qualitativas (e.g., Rodríguez-Flores et al., 2019).

A conectância (**C**), proporção de interações que ocorrem na rede, foi calculada através da razão entre o número de interações observadas (**I**) e o número de interações possíveis dentro da rede. Em contrapartida, a modularidade é caracterizada pelo agrupamento de espécies em relação às interações que realizam. Desse modo, é esperado que a modularidade aumente a especialização de ligações entre as espécies (Olesen et al., 2007). Para calcular a modularidade da rede, usamos o índice de modularidade bipartida **Q** (Barber, 2007) por meio do algoritmo LPAb+ para detectar módulos presentes nas redes (Beckett, 2016). Para o cálculo desses descritores foi usado o pacote bipartite (Dormann et al., 2008) do software R (R Core Team, 2020).

Para caracterizar as interações ao nível de espécies para as redes beija-flor-planta nós calculamos o grau (**k**), a especialização (**d'**) e a similaridade de interações de cada espécie de planta e de beija-flor presente nas matrizes. O grau da espécie é

uma medida relacionada ao número de espécies com as quais uma dada espécie interage. O índice  $d'$  é uma medida de especialização robusta, que compara a distribuição de frequência observada das interações de uma espécie em relação à disponibilidade de parceiros interagentes (Blüthgen et al., 2006). Além disso, o índice  $d'$  varia de ‘um’ para uma espécie completamente especializada a ‘zero’ para uma espécie totalmente generalista (Blüthgen et al., 2006). Para o cálculo dos índices será usado o pacote bipartite (Dormann et al., 2008).

### **2.3 Análise de Dados**

Para medir a dominância de espécies de plantas ornitófilas nas redes, nós utilizamos a proporção de espécies ornitófilas em relação ao total de espécies de plantas de cada rede. Usamos Modelos Lineares Generalizados (GLM's) com distribuição de erro do tipo gaussiana (para dados com distribuição normal), para testar o efeito da proporção de plantas ornitófilas sobre a conectância e a modularidade das redes. Nesses modelos o tamanho das redes (i.e., número total de interações entre beija-flores e plantas) foi usado para controlar os possíveis efeitos da riqueza de espécies sobre a topologia da rede. Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software estatístico R (R Core Team, 2020).

Para analisar se os descritores de redes ao nível específico (grau, especialização e similaridade) diferem entre guildas de plantas ornitófilas e não-ornitófilas foram utilizados Modelos Lineares Generalizados de Efeito Misto (GLMM's). Nestes modelos, a espécie de planta foi usada como variável de efeito aleatório a fim de controlar possíveis diferenças intrínsecas entre as espécies que podem afetar as interações beija-flor-planta. GLMM's também foram usados para

testar o efeito do tamanho do bico (cm) e do peso corpóreo (g) sobre o grau, especialização e similaridade das espécies de beija-flores. Nesses modelos, a espécie de beija-flor foi utilizada como variável de efeito aleatório. Para esta análise foram usadas apenas as espécies de beija-flores para os quais foram obtidos dados morfométricos confiáveis na literatura. Todos os GLMM's foram construídos utilizando o pacote lme4 (Bates et al., 2015).

### 3. RESULTADOS

Ao todo, as 24 redes analisadas foram compostas por 34 espécies de beija-flores, 326 espécies de plantas e 1.182 interações distintas (**Anexo 2**). As espécies de beija-flores mais frequentes na base de dados foram *Chionomesa fimbriata* (Gmelin, 1788), representada em 62,5% das redes compiladas e *Chlorostilbon lucidus* (Shaw, 1812) e *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788) representadas em 54,2% das redes cada. Já as espécies de beija-flores que interagiram com o maior número de espécies de plantas foram *Thalurania glaucopis* Gmelin, 1788 ( $n = 139$ ); *Phaethornis eurynome* Lesson, 1832 ( $n = 125$ ) e *Chlorostilbon lucidus* Shaw, 1812 ( $n = 104$ ). O maior número de espécies vegetais registradas em nosso estudo (183 espécies ou 55,79%), pertencem à guilda de plantas ornitófilas. Enquanto que 41,15% (135) espécies, foram determinadas como não-ornitófilas e 3,04% (10) foram categorizadas como indeterminadas.

A conectância média das redes beija-flor-planta foi de 0,32 ( $\pm 0,08$ ) desvio padrão). Já a modularidade média foi de 0,36 ( $\pm 0,10$ ). Não houve efeito da proporção de espécies ornitófilas sobre a conectância e a modularidade das redes (**Tabela 1**). Do mesmo modo, a conectância e a modularidade das redes também não foram afetadas pelo tamanho das redes. Por outro lado, a similaridade de interações das espécies de

plantas difere significativamente entre as guildas de espécies de plantas ornitófilas e não-ornitófilas (**Tabela 2**). Nós encontramos uma maior similaridade de interações para as espécies de plantas ornitófilas do que para as não-ornitófilas (**Figura 2**). Entretanto, não foram observadas diferenças no grau e na especialização das interações entre espécies de plantas ornitófilas e não-ornitófilas.

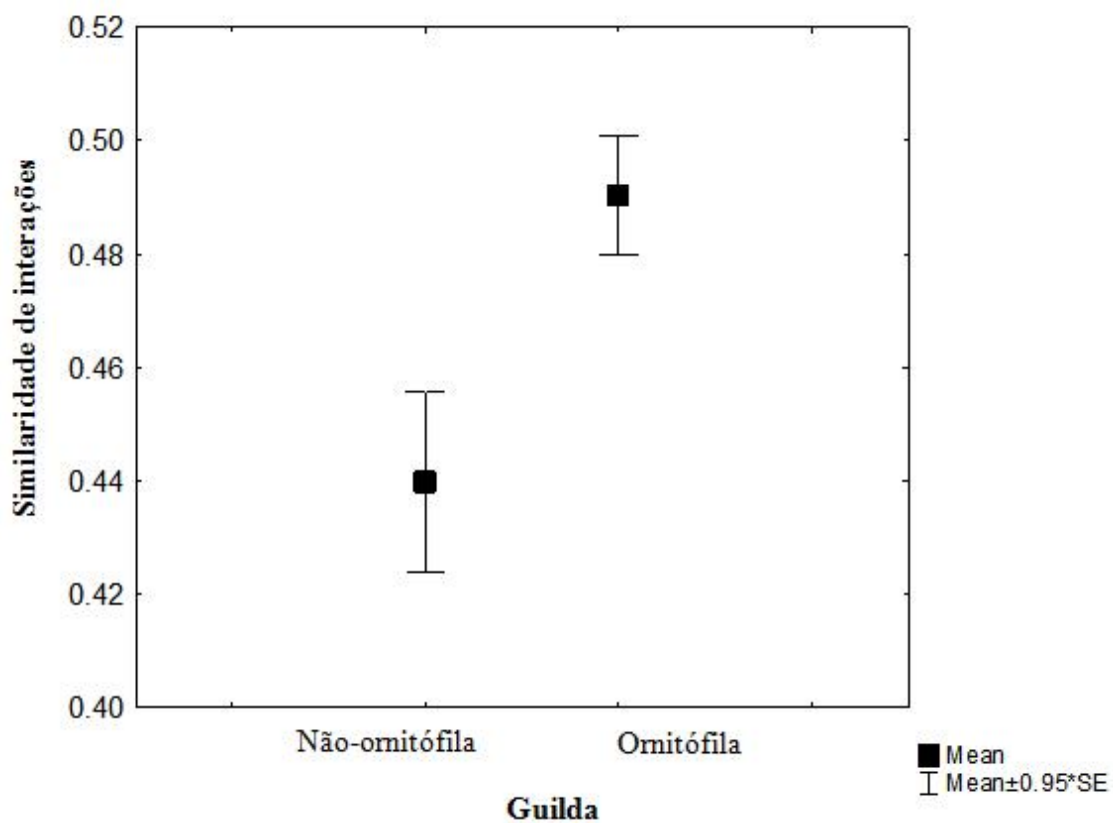
**Tabela 1.** Modelos lineares generalizados (GLMs) mostrando os efeitos da proporção de espécies de plantas ornitófilas (%) e tamanho da rede sobre os descritores estruturais (conectância e modularidade) de redes Neotropicais beija-flor-planta.

Variável resposta	Variável explanatória	Df.	Sum. Sq.	Mean. Sq.	F	P
Conectância	% ornitófila	1	0.002	0.002	0.307	0.584
	Tamanho da rede	1	0.012	0.012	1.852	0.187
Modularidade	% ornitófila	1	0.012	0.012	1.678	0.209
	Tamanho da rede	1	0.015	0.015	2.130	0.159

**Tabela 2.** Resultados dos modelos lineares generalizados de efeito misto (GLMMs) avaliando os efeitos de guildas de plantas (plantas ornitófilas e não-ornitófilas) nas variáveis de resposta (grau, especialização e similaridade) de espécies vegetais em redes neotropicais beija-flor-planta. Os valores qui-quadrado e P são os coeficientes de regressão do modelo geral.

Variável resposta	Modelo	Parâmetros		
Grau	Efeitos aleatórios	Grupos	Variância	Std.Dev.
		Espécies de plantas	0.896	0.946

		Resíduo	2.663	1.632
	Efeitos fixos	Variável explanatória	Qui-quadrado	p
		Resíduo	1.131	0.288
Especialização ( <i>d'</i> )	Efeitos aleatórios	Grupos	Variância	Std.Dev.
		Espécies de plantas	0.001	0.024
		Resíduo	0.019	0.136
	Efeitos fixos	Variável explanatória	Qui-quadrado	p
		Guilda de plantas	0.004	0.949
Similaridade	Efeitos aleatórios	Grupos	Variância	Std.Dev.
		Espécies de plantas	0.008	0.089
		Resíduo	0.030	0.173
	Efeitos fixos	Variável explanatória	Qui-quadrado	p
		Guilda de plantas	7.490	0.006

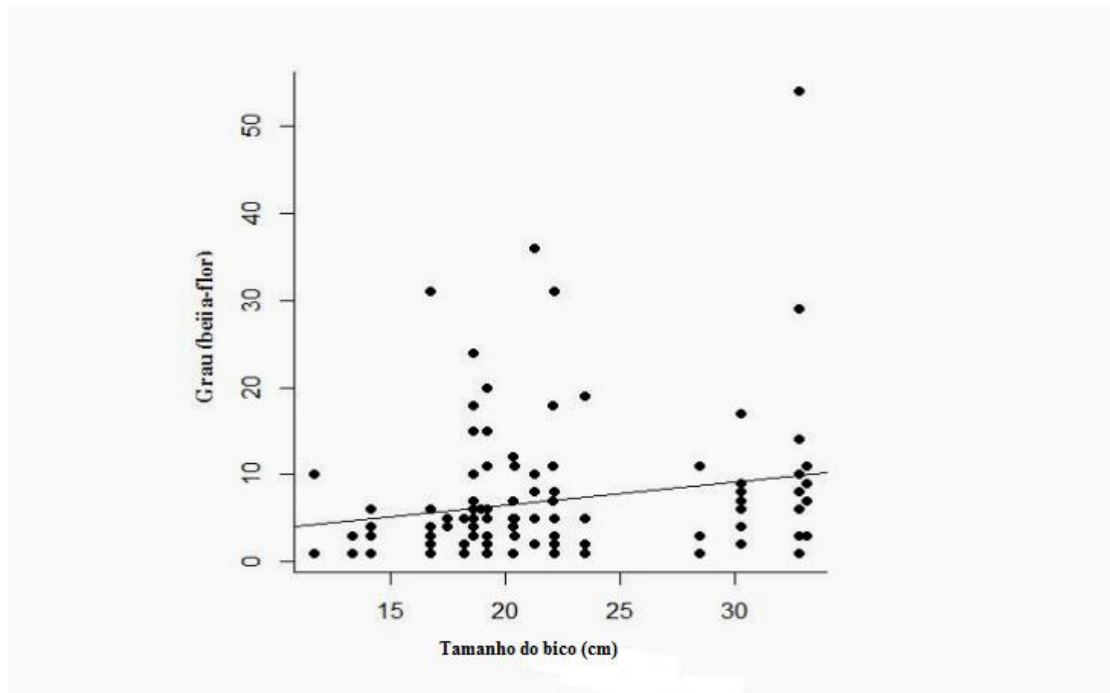


**Figura 2.** Comparação da similaridade de interações entre guildas de espécies de plantas ornitófilas e não-ornitófilas em redes beija-flor-planta neotropicais.

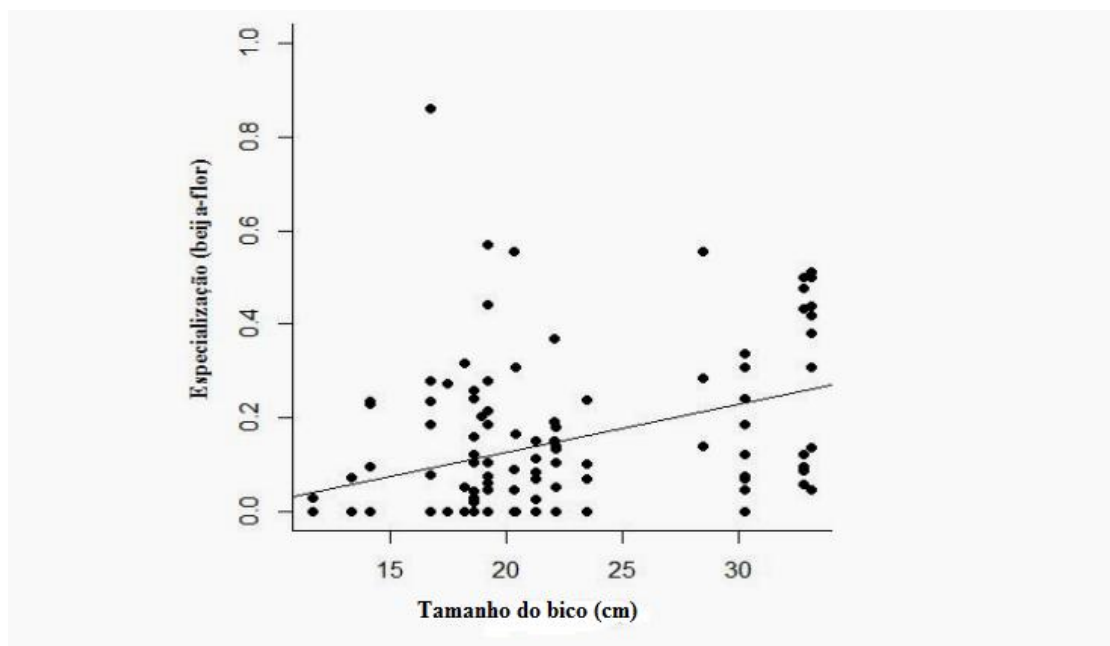
Nossos resultados mostram que existem efeitos da estrutura corpórea dos beija-flores sobre suas interações (**Tabela 3**). O tamanho do bico influenciou positivamente tanto no grau (**Figura 3**) quanto na especialização (**Figura 4**) das interações das espécies de beija-flores. Por outro lado, o tamanho do bico não afetou a similaridade de interações. Por sua vez, o peso corpóreo não influenciou em nenhum dos parâmetros estruturais analisados.

**Tabela 3.** Resultados dos modelos lineares generalizados de efeito misto (GLMMs) avaliando os efeitos do tamanho do bico e peso corporal nas variáveis de resposta (grau, especialização e similaridade) de espécies de beija-flores em redes Neotropicais beija-flor-planta. Os valores qui-quadrado e P são os coeficientes de regressão do modelo geral.

<b>Variável resposta</b>	<b>Modelo</b>	<b>Parâmetros</b>		
Grau	Efeitos aleatórios	Grupos	Variância	Std.Dev.
		Espécies de beija-flores	0.841	0.917
		Resíduo	62.460	7.903
	Efeitos fixos	Variável explanatória	Qui-quadrado	p
		Tamanho do bico (cm)	4.086	0.043
		Peso corporal (g)	0.173	0.678
Especialização ( <i>d'</i> )	Efeitos aleatórios	Grupos	Variância	Std.Dev.
		Espécies de beija-flores	0.000	0.012
		Resíduo	0.024	0.156
	Efeitos fixos	Variável explanatória	Qui-quadrado	p
		Tamanho do bico (cm)	14.587	< 0.001
		Peso corporal (g)	0.166	0.684
Similaridade	Efeitos aleatórios	Grupos	Variância	Std.Dev.
		Espécies de beija-flores	0.012	0.111
		Resíduo	0.040	0.201
	Efeitos fixos	Variável explanatória	Qui-quadrado	p
		Tamanho do bico (cm)	2.194	0.139
		Peso corporal (g)	0.202	0.653



**Figura 3.** Efeito do tamanho do bico (cm) sobre o grau das espécies de beija-flores em redes beija-flor-planta neotropicais.



**Figura 4.** Efeito do tamanho do bico (cm) sobre a especialização das espécies de beija-flores em redes beija-flor-planta neotropicais.

#### 4. DISCUSSÃO

Nós não encontramos efeito da dominância de plantas ornitófilas sobre os descritores topológicos ao nível de rede (conectância e modularidade), mas nossos resultados mostram que as características estruturais tanto de plantas quanto de beija-flores afetam os descritores de interações ao nível de espécies em redes beija-flor-planta. Por exemplo, a similaridade de interações das espécies de plantas diferiu significativamente entre as guildas, com uma maior similaridade para as espécies de plantas ornitófilas. Além disso, nossos resultados mostram que existem efeitos da estrutura corpórea dos beija-flores sobre a especialização dos beija-flores. O tamanho do bico influenciou positivamente tanto no grau quanto na especialização das interações das espécies de beija-flores.

A ausência de efeito da dominância de plantas ornitófilas sobre a conectância das redes, pode ser atribuída ao número de interações raras, uma vez que redes mais conectadas são menos especializadas (Araújo et al., 2015). Esses resultados sugerem que, as espécies de plantas ornitófilas na região Neotropical, apresentam especializações que restringem o seu número de interações, corroborando com a ideia da correspondência morfológica (e.g., Maglianesi et al., 2014; Claudino et al., 2021). A falta de efeito em relação a dominância de plantas ornitófilas sobre a modularidade, pode estar relacionada a especialização do grupo de plantas ornitófilas, levando a uma alta similaridade de interações ao longo de toda a rede. Desse modo, essas características intrínsecas das redes mostram que elas têm uma alta conectância e uma baixa modularidade independentemente da proporção de espécies ornitófilas nas redes. Plantas ornitófilas e não-ornitófilas diferiram significativamente na sua similaridade de interações, com plantas ornitófilas compartilhando um maior número de interações (maior similaridade). De acordo com Santamaría e Rodríguez-Gironés (2007), os

traços complementares afetam diretamente a interação entre as espécies. Desse modo, o conjunto de caracteres presentes no grupo de plantas ornitófilas (e.g., antese diurna, altas concentrações de néctar, cor das flores, o comprimento e curvatura da corola, dentre outros; Castellanos et al., 2004), que conferem atratividade aos beija-flores, irão proporcionar uma maior atratividade para os polinizadores, que irão visitá-las com mais frequência (Forister et al., 2012). Desse modo, os beija-flores tendem a visitar espécies de plantas mais parecidas morfologicamente, o que pode aumentar a eficiência do uso de recursos e/ou reduzir a competição (Stiles, 1981). Em contrapartida, a menor similaridade para as plantas não-ornitófilas, pode estar relacionada a variação dos traços funcionais e morfológicos das plantas que são direcionados a polinização por insetos, e que são visitadas ocasionalmente pelos beija-flores.

Nossos resultados indicam que alguns traços morfológicos dos beija-flores (e.g., o comprimento do bico) contribuíram para uma maior especialização e maior número de interação entre as aves, corroborando com o encontrado em outros trabalhos (e.g., Maglianesi et al., 2014 e Claudino et al., 2021). O maior número de interações entre beija-flores de bicos mais longos, provavelmente é resultado do ajuste morfológico entre o bico das aves e a corola da flor, uma vez que, espécies com bico maiores são capazes de interagir com flores com corolas pequenas e também de maior tamanho (Maglianesi et al., 2014). Essa correspondência de traços é conhecida por estar associada à eficiência do uso de recursos pelos beija-flores que acessam o néctar dessas flores com menor dificuldade (Temeles et al., 2009). No entanto, a ausência de efeito da massa corporal sobre os parâmetros analisados, está de acordo com o encontrado na literatura (e.g., Lopez-Segoviano et al., 2018; Marquez-Luna et al., 2019). A massa corporal dos beija-flores é relacionada à hierarquia de dominância das

aves. Onde, beija-flores maiores tendem a dominar, excluindo espécies menores de recursos energéticos de alta qualidade (Marquez-Luna et al., 2019). Entretanto, eventos comportamentais não foram avaliados neste estudo.

O maior número de espécies de beija-flores compiladas em nosso estudo pertence ao gênero *Chionomesa* (Lesson, 1843). Vale ressaltar que o gênero *Chionomesa* foi readotado recentemente para agrupar as espécies irmãs *Chionomesa fimbriata* e *Chionomesa lactea* (ver Pacheco et al., 2021), portanto a discussão aqui apresentada se baseia em publicações acerca do antigo gênero (*Amazilia*). Esse gênero é composto por espécies de beija-flores com ampla distribuição na região Neotropical. Estudos indicam que as espécies do gênero *Chionomesa* apresentam uma ampla plasticidade alimentar e ambiental, sendo capazes de utilizar um conjunto diversificado de recursos florais (Feinsinger, 1976) e responder favoravelmente às mudanças ambientais e à presença de novos recursos. O beija-flor-de-frente-violeta (*Thalurania glaucopis*), interagiu com o maior número de plantas no estudo. Esse resultado pode estar relacionado ao comportamento territorialista da espécie indicado por Machado e Semir (2006), em um estudo realizado em áreas de Mata Atlântica. Dentre as espécies de beija-flores que interagem com o maior número de espécies de plantas, o besourinho-de-bico-vermelho (*Chlorostilbon lucidus* Shaw, 1812) é uma espécie de ampla distribuição geográfica e dieta diversificada, sendo considerado altamente generalista em relação aos recursos que exploram (Machado 2009).

## 5. CONCLUSÃO

Nossos achados mostram que a diversidade de interações ao nível das espécies, tendem a ser mais afetadas por características morfológicas das plantas e beija-flores, do que os descritores topológicos ao nível das redes. Desse modo, mostramos que a guilda de plantas ornitófilas, que compartilha características morfológicas similares, apresenta interações ecológicas mais similares, quando comparadas à plantas com morfologia mais variáveis (plantas não-ornitófilas). Além disso, nossos achados mostram que variação morfológica entre as espécies beija-flores influenciam os padrões de especialização ecológica na região Neotropical. O tamanho do bico demonstrou ser o atributo mais importante para os beija-flores associado à eficiência no uso de recursos, pois teve um efeito positivo sobre o número e diversidade de interações dos beija-flores. Este estudo é a primeira investigação sistemática que avalia os efeitos das características das plantas sobre a especialização de redes beija-flor-plantas neotropicais. Estudos como esse fornecem informações importantes para a compreensão dos fatores que estruturam as comunidades.

## 6. REFERÊNCIAS

- Agostini, K., Lopes, A. V., & Machado, I. C. (2014). Recursos florais. In: A. R. Rech, K. Agostini, P. E., Oliveira & Machado, I. C (Eds.). *Biologia da polinização*. pp. 130–150. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural.
- Araújo, W. S; Vieira, M. C; Lewinsohn, T. M., & Almeida-Neto, M. (2015). Contrasting effects of land use intensity and exotic host plants on the specialization of interactions in plant–herbivore networks. *Plos One*, 10(1): e0115606. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115606>.

- Araya-Salas, M., Gonzalez-Gomez, P., Wojczulanis-Jakubas, K., Lopez, V., & Wright T. F. (2018). Spatial memory is as important as weapon and body size for territorial ownership in a lekking hummingbird. *Scientific Reports*, 8: 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20441-x>.
- Barber, M. J. (2007). Modularity and community detection in bipartite networks. *Physics Review E*, 76:066102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.76.066102>.
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2013). Mutualistic networks. Princeton, USA.
- Bascompte, J., Jordano, P., & Olesen. J. M. (2006). Asymmetric coevolutionary networks facilitate biodiversity maintenance. *Science*, 3(12), 431-433. doi: 10.1126/science.1123412
- Bates, D., Machler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). “Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4.” *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. doi: 10.18637/jss.v067.i01.
- Bawa, K. S. (1990). Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21(3), 99-422. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.21.110190.002151>.
- Beckett, S. J. (2016). Improved community detection in weighted bipartite networks. *Royal Society Open Science* 3(1), 40536. <https://doi.org/10.1098/rsos.140536>
- Bender, I. M. A., Kissling, W. D., Böhning-Gaese, K., Hensen, I., Kühn, I., Wiegand, T., & Schleuning, M. (2017). Functionally specialized birds respond flexibly to seasonal changes in fruit availability. *Journal of Animal Ecology*, 86(4), 800–811. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12683>.

- Bleiweiss, R. J. (1990). Ecological causes of clade diversity in hummingbirds: a neontological perspective on the generation of diversity. Pages 350-380 in *Causes of Evolution: a paleontological perspective* (R. M. Ross and W. D. Allmon, eds.). Univ. of Chicago Press, Chicago, IL
- Blüthgen, N., Menzel, F., & Blüthgen, N. (2006). Measuring specialization in species interaction networks. *BMC Ecology* 6: 9. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-6-9>.
- Brown, J. H., & Bowers, M. A. (1985). Community organization in hummingbirds: relationships between morphology and ecology. *The Auk* 102: 251-269. doi:10.2307/4086767.
- Castellanos, M. C. Wilson, P., & Thomson, J. D. (2004). ‘Anti-bee’ and ‘pro-bird’ changes during the evolution of hummingbird pollination in *Penstemon* flowers. *Journal of Evolutionary Biology*, 17(4), 876-885. doi: 10.1111/j.1420-9101.2004.00729.x.
- Claudino, R. M., Antonini, Y., Martins, C., Beirão, M. V., Braga, E. M., & Azevedo, C. S. (2021). Is bigger always better? Neither body size nor aggressive behavior are good predictors to measure the degree of specialization of hummingbird interaction networks in rocky outcrops. *BioRxiv* <https://doi.org/10.1101/2021.02.27.433160>.
- Dafni, A., Kevan, P. G., & Husband, B. C. (2005). *Practical pollination biology*. Environquest Ltd. Ontario.
- Dalsgaard, B et al., (2011). Specialization in plant-hummingbird networks is associated with species richness, contemporary precipitation and quaternary

- climate-change velocity. *Plos One* 6(10): E25891.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0025891>.
- Delmas, E., Besson, M., Brice, M.-H., Burkle, L. A., Dalla Riva, G. V., Fortin, M.-J., Gravel, Dormann, C. F., & Woodward, G. (2009). Review: Ecological Networks - Beyond Food Webs. *Journal of Animal Ecology*, 78(1), 253-265.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01460.x>.
- Dormann, C. F., Gruber, B., & Fruend, J. (2008). Introducing The Bipartite Package: Analysing Ecological Networks. *R News*, 8(2): 8 - 11.
- Faegri, K., & Pijl, V. D. L. (1979). *The Principles Of Pollination Ecology*. Pergamon Press, London.
- Feinsinger, P. 1976. Organization Of A Tropical Guild Of Nectarivorous Birds. *Ecological Monographs*, 46(3), 257-291. <https://doi.org/10.2307/1942255>.
- Fenster, C. B. 1991. Selection on floral morphology by hummingbirds. *Biotropica* 23(1), 98-101. <https://doi.org/10.2307/2388696>.
- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., & Thomson, J. D. (2004). Pollination syndromes and floral specialization. *Annuals Reviews Ecology, Evolution, Systematics*, 35(1), 375–403.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132347>.
- Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:  
< <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 08 de Agosto. 2022.
- Forister, M. L., Dyer, L. A., Singer, M. S., Stireman III, J. O., & Lill, J. T. (2012). Revisiting the evolution of ecological specialization, with emphasis on insect–plant interactions. *Ecology*, 93(5), 981–991. <https://doi.org/10.1890/11-0650.1>.

- Ings, T. C., Montoya, J. M., Bascompte, J., Blüthgen, N., Brown, L., Dormann, C. F., & Woodward, G. (2009). Review: Ecological networks - beyond food webs. *Journal of Animal Ecology*, 78(1): 253–269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01460.x>.
- Junker, R. R., Blüthgen, N., Brehm, T., Binkenstein, J., Paulus, J., Martin Schaefer, H., & Stang, M. (2013). Specialization on traits as basis for the niche-breadth of flower visitors and as structuring mechanism of ecological networks. *Functional Ecology*, 27(2), 329–341. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12005>.
- Landi, P., Minoarivelo, H. O., Brännström, Å., Hui, C., & Dieckmann, U. (2018). Complexity and stability of ecological networks: a review of the theory. *Population Ecology*, 60(4), 319–345. [tps://doi.org/10.1007/s10144-018-0628-3](https://doi.org/10.1007/s10144-018-0628-3).
- Las-Casas, F. M. G., Azevedo Junior, S. M., & Dias Filho, M. M. (2012). The community of hummingbirds (Aves: Trochilidae) and the assemblage of flowers in a Caatinga vegetation. *Brazilian Journal of Biology*, 72(1), 51-58. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000100006>.
- Lopez-Segoviano, G.; Arenas-Navarro, M.; Vega, E., & Coro Arizmend, Maria Arizmend. (2018). Hummingbird migration and flowering synchrony in the temperate forests of northwestern Mexico. *PeerJ Journal*, 6:e5131. <https://doi.org/10.7717/peerj.5131>.
- Machado, C. G. (2009). Beija-flores (Aves: Trochilidae) e seus recursos florais em uma área de Caatinga da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Zoologia*, 26(2), 255-265. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702009000200008>.
- Machado, C. G., & Semir, J. (2006). Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do Sudeste brasileiro.

- Revista Brasileira de Botânica*, 29(1), 163-174. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100014>.
- Maglianesi, M. A., Blüthgen, N., Böhning-Gaese, K., & Schleuning, M. (2014). Morphological traits determine specialization and resource use in mutualistic networks. *Ecology* 95(12), 877–885. <https://doi.org/10.1890/13-2261.1>.
- Maglianesi, M. A., Böhning-gaese, K., & Schleuning, M. (2015). Different foraging preferences of hummingbirds on artificial and natural flowers reveal mechanisms structuring plant–pollinator interactions. *Journal Animal Ecology* 84(3), 655–664. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12319>.
- Marquez-Luna, U., Lura, Corcuera, P., & Valverde, P.L. (2019). Factors affecting the dominance hierarchy dynamics in a hummingbird assemblage. *Current Zoology*, 65(3), 261–268. <https://doi.org/10.1093/cz/zoy057>.
- Maruyama, P. K., Vizentin-Bugoni, J., Oliveira, G. M., Oliveira, P. E., & Dalsgaard, B. (2014). Morphological and Spatio-Temporal Mismatches Shape a Neotropical Savanna Plant-Hummingbird Network. *Biotropica*, 46(6): 740–747. <https://doi.org/10.1111/btp.12170>.
- Mendonça, L. B., & Anjos, L. (2005). Hummingbirds (Aves, Trochilidae) and their flowers in an urban area of southern Brazil. *Revista Brasileira Zoologia*, 22(1), 257-291. 10.1590/S0101-81752005000100007.
- Moreira, L. T., Falcão, L. A. D., & Araújo, W. S. A. (2020). Geographical patterns in the architecture of neotropical flower-visitor networks of hummingbirds and insects. *Zoological Studies*, 59:50. doi:10.6620/ZS.2020.59-50.
- Olesen, J. M., Bascompte, J., Dupont, Y. L., & Jordano, P. (2007). The modularity of pollination networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 11(50), 19891–19896. <https://doi.org/10.1073/pnas.070637510>.

- Ollerton, J. (2017). Pollinator diversity: distribution, ecological function, and conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48(1), 353–376. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919>.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>.
- Pacheco, J.F., Silveira, L.F., Aleixo, A. *et al.* (2021) Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithology Research*, 29, 94–105. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>.
- Poisot, T., Stouffer, D. B., & Kéfi, S. (2016). Describe, understand and predict: why do we need networks in ecology? *Functional Ecology*, 30(12), 1878–1882. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12799>.
- R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Austria.
- Ratto, F., Simmons, B. I., Spake, R., Zamora-Gutierrez, V., MacDonald, M. A., Merriman, J. C., Tremlett, C. J., Poppy, G. M., Peh, K. S-H., & Dicks, L. V. (2018). Global importance of vertebrate pollinators for plant reproductive success: a meta-analysis. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(2), 82–90. <https://doi.org/10.1002/fee.1763>.
- Rech, A. R., Dalsgaard, B., Sandel, B., Sonne, J., Svenning, J. C., Holmes, N., & Ollerton, J. (2016). The macroecology of animal versus wind pollination: ecological factors are more important than historical climate stability. *Plant*

*Ecology & Diversity*, 9(3), 253–262.  
<https://doi.org/10.1080/17550874.2016.1207722>.

- Regan, E. C., santini, L., ingwall-King, L., hoffmann, M., rondinini, C., symes, A., Taylor, J., & Butchart, S. H. M. (2015). Global trends in the status of bird and mammal pollinators. *Conservation Letters*, 8(6), 397–403.  
<https://doi.org/10.1111/conl.12162>.
- Rico-Guevara, A., Rubega, M.A., Hurme, K.J., & Dudley, R. (2019). Shifting paradigms in the mechanics of nectar extraction and hummingbird bill morphology. *Integrative Organismal Biology* 1(1), 1–15.  
<https://doi.org/10.1093/iob/oby006>.
- Rodríguez-Flores, C. I., Ornelas, J. F., Wethington, S., & Arizmendi, M. D. C. (2019). Are hummingbirds' generalists or specialists? Using network analysis to explore the mechanisms influencing their interaction with nectar resources. *PLoS ONE*14(2): e0211855. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211855>.
- Santamaría, L., & Rodríguez-Gironés, M. A. (2007). Linkage rules for plant-pollinator networks: trait complementarity or exploitation barriers? *PLoS Biology*, 5(2):e31. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050031>.
- Silva, R. M. (2014). Plantas ornitófilas de sub-bosque e suas interações com beija-flores. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás.
- Stang, M., Klinkhamer, P. G. L., Waser, N. M., Stang, I., & Van Der Meijden, E. (2009). Size-specific interaction patterns and size matching in a plant-pollinator interaction web. *Annals of Botany*, 103(9), 1459–1469.  
<https://doi.org/10.1093/aob/mcp027>.

- Stiles, F. G. (1981). Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals of the Missouri Botanical Garden, St. Louis*, 68(2), 323-351. <https://www.jstor.org/stable/2398801>.
- Strauss, S. Y., & Irwin, R. E. (2004). Ecological and evolutionary consequences of multispecies plant–animal interactions. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*. 35, 435-466. <http://www.jstor.org/stable/30034123>.
- Temeles, E. J., Koulouris, C. R., Sander, S. E., & Kress, W. J. (2009). Effect of flower shape and size on foraging performance and trade-offs in a tropical hummingbird. *Ecology*, 90(5), 1147-61. <https://doi.org/10.1890/08-0695.1>.
- Waser, N. M., & Ollerton, J. (2006). Plant – pollinator interactions: from specialization to generalization. University Of Chicago Press, Chicago, Illinois, Usa.
- Willmer, P. (2011). *Pollination and Floral Ecology*. Princeton: Princeton University Press: P.
- Yamamoto, L. F., Kinoshita, S. L., & Martins, F. R. (2007). Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 553-573. Zanata, et al. (2017). Global patterns of interaction specialization in bird-flower networks. *Journal of Biogeography*, 44(8), 1-20. <https://doi.org/10.1111/jbi.13045>.

## 7. MATERIAL SUPLEMENTAR

**Anexo 1.** Lista de referências das 24 redes de interação planta-beija-flor utilizadas neste estudo.

<b>Artigo</b>	<b>Referência</b>
Abreu & Vieira (2004)	Abreu, C. R. M & Vieira, M. F. 2004. <b>Os beija-flores e seus recursos florais em um fragmento florestal de Viçosa, sudeste brasileiro. Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.</b> Lundiana 5:129-134.
Araújo (2010)	Araújo, A. C. 1996. <b>Beija-flores e seus recursos florais numa área de planície costeira do litoral norte de São Paulo. SP.</b> Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas de Campinas.
Barbosa-Filho & Araujo (2013)	Barbosa-Filho, W. G., Araujo, A. C. 2013. <b>Flowers visited by hummingbirds in an urban Cerrado fragment, Mato Grosso do Sul, Brazil.</b> Biota Neotropica 13: 21-27.
Bueno (2012)	Bueno, R. O. 2012. <b>Fatores que influenciam interações entre beija-flores e plantas em Mata Atlântica: disponibilidade de recursos e ajustes morfológicos. Tese de Doutorado.</b> Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal do Paraná.
Canela (2006)	Canela, M. B. F. 2006. <b>Interações entre plantas e beija-flores em uma comunidade de Floresta Atlântica Montana em Itatiaia, RJ.</b> Universidade Estadual de Campinas.
Chupil (2013)	Chupil, H. 2013. <b>Uso de grãos de pólen na identificação de plantas e para examinar a partição de nicho alimentar entre beija-flores no sul do Brasil.</b> Magister Scientiae Thesis. Universidade Federal de Paraná, Curitiba. 84p.

Faria & Araujo (2010)	Faria, R. R. & Araujo, A. C. 2010. <b>Flowering phenology and pollination of ornithophilous species in two habitats of Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brazil.</b> An. Acad. Bras. Cienc. 82(4):843-855.
Kaehler <i>et al.</i> , (2005)	Kaehler, M., Varassin, I. G., Goldenberg, R. 2005. <b>Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica alto-montana no Estado do Paraná, Brasil.</b> Rev Bras Bot 28:219–228.
Kohler Rede 3 (2011)	Kohler, G. U. 2011. <b>Redes de interação planta-beija-flor em um gradiente altitudinal de Floresta Atlântica no sul do Brasil.</b> Dissertação de Mestrado em Ecologia, Setor de Ciências.
Lopes (2002)	Lopes, A.V. 2002. <b>A polinização por beija-flores em remanescente da Mata Atlântica Pernambucana, Nordeste do Brasil.</b> Ph.D. Thesis, Universidade Estadual de Campinas, Brazil.
Machado & Semir (2006)	Machado, C. G., & Semir, J. 2006. <b>Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área da Mata Atlântica do sudeste brasileiro.</b> Revista Brasileira de Botânica 29: 163-174.
Machado <i>et al.</i> , (2007)	Machado, C. G., A.G. Coelho., C.S. Santana & Rodrigues, M. 2007. <b>Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia.</b> Revista Brasileira de Ornitologia 15: 215-227.
Machado (2012)	Machado, A.O. 2012. <b>Diversidade de recursos florais para beija-flores nos cerrados do triângulo mineiro e região.</b> Tese de doutorado, Universidade Federal de Uberlândia.
Machado (2014)	Machado, C.G. 2014. <b>A comunidade de beija-flores e as plantas que visitam em uma área de cerrado ralo da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil.</b> Bioscience Journal 30: 1578-1587.
Malucelli Rede 1 (2014)	Malucelli, T. F. 2014. <b>Fatores envolvidos na estruturação das redes de polinização beija-flor-planta em um gradiente sucessional.</b> Dissertação de mestrado, Universidade Federal do

	Paraná, Brasil.
Malucelli Rede 2 (2014)	Malucelli, T. F. 2014. <b>Fatores envolvidos na estruturação das redes de polinização beija-flor-planta em um gradiente sucessional.</b> Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Brasil.
Malucelli Rede 3 (2014)	Malucelli, T. F. 2014. <b>Fatores envolvidos na estruturação das redes de polinização beija-flor-planta em um gradiente sucessional.</b> Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Brasil.
Maruyama <i>et al.</i> (2014)	Maruyama, P.K., Vizentin-Bugoni, J., Oliveira, G.M., Oliveira, P.E & Dalsgaard, B. 2014. <b>Morphological and spatio-temporal mismatches shape a neotropical savanna plant-ummingbird network.</b> <i>Biotropica</i> ,46, 740–747.
Matias <i>et al.</i> (2016)	Matias, R., Maruyama, P. K., Consolaro, H. 2016. <b>A non-hermit hummingbird as main pollinator for ornithophilous plants in two isolated forest fragments of the Cerrados.</b> <i>Plant Systematics and Evolution</i> 302:1217-1226.
Piacentini (2006)	Piacentini, V. Q. 2006. <b>Relações Entre Floração De Bromélias e Uma Comunidade De Beija-Flores Numa Área De Floresta Ombrófila Densa Do Sul Do Brasil.</b> Dissertação De Mestrado, Universidade Federal Do Paraná, Brasil.
Rodrigues (2008)	Rodrigues, M. S. 2008. <b>Partilha de recursos florais por beija-flores em uma área de Mata Atlântica na Ilha da Marambaia, RJ.</b> Master thesis. Instituto de Biologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. p. 64.
Santana & Machado (2010)	Santana, C & Machado, C. G. 2010. <b>Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil.</b> <i>Rev Bras Bot</i> 33:469–477.
Varassin <i>et al.</i> (2012)	Varassin, I. G., Sazima, M. 2012. <b>Spatial heterogeneity and the distribution of bromeliad pollinators in the Atlantic Forest.</b> <i>Acta Oecologica</i> , v.43, p.104-11.
Vizentin-Bugoni <i>et al.</i> (2016)	Vizentin-Bugoni,J., Muruyama, P. K.,

---

Debastiani, V. J., Duarte, L. D. S., Dalsgaard, B & Sazima, M. 2016. **Influences of sampling effort undetected patterns and structuring processes of a neotropical plant-hummingbird network.** *Journal of Animal Ecology*,85, 262–272.

---





**Beija-flores**

<b>Plantas</b>	<i>Amazilia</i> sp.	<i>Anopetia gounellei</i>	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	<i>Augastes lumachella</i>	<i>Calliphlox amethystina</i>	<i>Chionomesa fimbriata</i>	<i>Chionomesa lactea</i>	<i>Chlorestes cyanus</i>	<i>Chlorestes notata</i>	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	<i>Chrysolampis mosquitus</i>	<i>Chrysuronia brevirostris</i>	<i>Chrysuronia versicolor</i>	<i>Colibri serrirostris</i>	<i>Eupetomena macroura</i>	<i>Florisuga fusca</i>	<i>Glaucis hirsutus</i>	<i>Heliactin bilophus</i>	<i>Heliodoxa rubricauda</i>	<i>Helimaster squamosus</i>	<i>Hylocharis chrysur</i>	<i>Leucochloris albicollis</i>	<i>Lophornis chalybeus</i>	<i>Lophornis magnificus</i>	<i>Phaethornis eurynome</i>	<i>Phaethornis pretrei</i>	<i>Phaethornis ruber</i>	<i>Phaethornis squalidus</i>	<i>Polytimus guainumbi</i>	<i>Ramphodon naevius</i>	<i>Stephanoxis lalandi</i>	<i>Thalurania furcata</i>	<i>Thalurania glaucopsis</i>						
<i>Aechmea pineliana</i>			1																																					
<i>Aechmea tomentosa</i>																	1																							
<i>Aechmea triangularis</i>							1																																	
<i>Aechmea vanhoutteana</i>																			1					1																
<i>Aechmea victoriana</i>							1																	1																
<i>Aegiphila obducta</i>																			1					1																
<i>Agapanthus africanus</i>		1											1	1																										
<i>Alstroemeria inodora</i>																					1			1																
<i>Ananas ananassoides</i>																										1														
<i>Ananas ananassoides</i>							1			1					1											1														



**Beija-flores**

<b>Plantas</b>	<i>Amazilia</i> sp.	<i>Anopetia</i> gounellei	<i>Anthracothorax</i> nigricollis	<i>Aphantochroa</i> cirrochloris	<i>Augastes</i> lumachella	<i>Calliphlox</i> amethystina	<i>Chionomesa</i> fimbriata	<i>Chionomesa</i> lactea	<i>Chlorestes</i> cyanus	<i>Chlorestes</i> notata	<i>Chlorostilbon</i> lucidus	<i>Chrysolampis</i> mosquitus	<i>Chrysuronia</i> brevirostris	<i>Chrysuronia</i> versicolor	<i>Colibri</i> serrirostris	<i>Eupetomena</i> macroura	<i>Florisuga</i> fusca	<i>Glaucis</i> hirsutus	<i>Heliactin</i> bilophus	<i>Heliodoxa</i> rubricauda	<i>Helimaster</i> squamosus	<i>Hylocharis</i> chrysur	<i>Leucochloris</i> albicollis	<i>Lophornis</i> chalybeus	<i>Lophornis</i> magnificus	<i>Phaethornis</i> eurynome	<i>Phaethornis</i> pretrei	<i>Phaethornis</i> ruber	<i>Phaethornis</i> squalidus	<i>Polytmus</i> guainumbi	<i>Ramphodon</i> naevius	<i>Stephanoxis</i> lalandi	<i>Thalurania</i> furcata	<i>Thalurania</i> glaucopsis			
<i>Billbergia</i> vitata																			1					1				1									
<i>Bionia</i> coriacea											1		1													1											
<i>Blepharodon</i> <i>nitidum</i>											1																										
<i>Bomarea</i> edulis																									1			1							1		
<i>Bomarea</i> <i>salsilloides</i>									1																			1									
<i>Bowdichia</i> <i>virgilioides</i>						1				1			1	1																			1				
<i>Bromelia</i> <i>balansae</i>			1							1				1								1												1			
<i>Bromelia</i> plumieri														1	1							1				1	1										
<i>Brunfelsia</i> <i>pauciflora</i>		1								1			1																							1	
<i>Brunfelsia</i> <i>uniflora</i>															1	1				1																1	
<i>Caesalpinia</i> <i>peltophoroides</i>													1	1																							





**Beija-flores**

<b>Plantas</b>	<i>Amazilia</i> sp.	<i>Anopetia gounellei</i>	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	<i>Augastes lumachella</i>	<i>Calliphlox amethystina</i>	<i>Chionomesa fimbriata</i>	<i>Chionomesa lactea</i>	<i>Chlorestes cyanus</i>	<i>Chlorestes notata</i>	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	<i>Chrysolampis mosquitus</i>	<i>Chrysuronia brevirostris</i>	<i>Chrysuronia versicolor</i>	<i>Colibri serrirostris</i>	<i>Eupetomena macroura</i>	<i>Florisuga fusca</i>	<i>Glaucis hirsutus</i>	<i>Heliactin bilophus</i>	<i>Heliodoxa rubricauda</i>	<i>Heliomaster squamosus</i>	<i>Hylocharis chrysur</i>	<i>Leucochloris albicollis</i>	<i>Lophornis chalybeus</i>	<i>Lophornis magnificus</i>	<i>Phaethornis eurynome</i>	<i>Phaethornis pretrei</i>	<i>Phaethornis ruber</i>	<i>Phaethornis squalidus</i>	<i>Polytmus guainumbi</i>	<i>Ramphodon naevius</i>	<i>Stephanoxis lalandi</i>	<i>Thalurania furcata</i>	<i>Thalurania glaucopsis</i>		
<i>Centropogon cornutus</i>						1											1									1										
<i>Clusia melchiorii</i>											1																									
<i>Combretum fruticosum</i>									1	1																										
<i>Corymborchis flava</i>											1																		1							
<i>Costus spiralis</i>			1														1								1		1			1		1				
<i>Crocasmia crocosmiiiflora</i>		1									1		1	1					1			1														1
<i>Cuphea ericoides</i>					1		1				1	1																								
<i>Cuspidaria convoluta</i>		1																																		
<i>Dahlstedtia pentaphylla</i>						1										1									1					1					1	
<i>Dicliptera squarrosa</i>																										1							1			
<i>Ditassa retusa</i>											1																									

**Beija-flores**

	<i>Amazilia</i> sp.	<i>Anopetia gounellei</i>	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	<i>Augastes lumachella</i>	<i>Calliphlox amethystina</i>	<i>Chionomesa fimbriata</i>	<i>Chionomesa lactea</i>	<i>Chlorestes cyanus</i>	<i>Chlorestes notata</i>	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	<i>Chrysolampis mosquitus</i>	<i>Chrysuronia brevirostris</i>	<i>Chrysuronia versicolor</i>	<i>Colibri serrirostris</i>	<i>Eupetomena macroura</i>	<i>Florisuga fusca</i>	<i>Glaucis hirsutus</i>	<i>Heliactin bilophus</i>	<i>Heliodoxa rubricauda</i>	<i>Helimaster squamosus</i>	<i>Hylocharis chrysurus</i>	<i>Leucochloris albicollis</i>	<i>Lophornis chalybeus</i>	<i>Lophornis magnificus</i>	<i>Phaethornis eurynome</i>	<i>Phaethornis pretrei</i>	<i>Phaethornis ruber</i>	<i>Phaethornis squalidus</i>	<i>Polytmus guainumbi</i>	<i>Ramphodon naevius</i>	<i>Stephanoxis lalandi</i>	<i>Thalurania furcata</i>	<i>Thalurania glaucopis</i>		
<b>Plantas</b>																																				
<i>Dombeya wallichii</i>																																				1
<i>Duranta vestita</i>					1								1	1	1	1			1			1														1
<i>Dyckia dissitiflora</i>																		1																		
<i>Dyckia leptostachya</i>						1					1										1															
<i>Edmundoa lindenii</i>																									1											1
<i>Eriotheca gracilipes</i>						1																														
<i>Eriotheca pubescens</i>															1							1														
<i>Erythrina cristagalli</i>	1	1					1			1			1	1	1						1	1														
<i>Erythrina speciosa</i>	1	1				1		1					1	1	1	1	1		1		1	1	1	1	1	1	1			1					1	
<i>Erythrina velutina</i>									1	1					1																					
<i>Erythrochiton brasiliensis</i>					1													1									1									

**Beija-flores**

<b>Plantas</b>	<i>Amazilia</i> sp.	<i>Anopetia gounellei</i>	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	<i>Augastes lumachella</i>	<i>Calliphlox amethystina</i>	<i>Chionomesa fimbriata</i>	<i>Chionomesa lactea</i>	<i>Chlorestes cyanus</i>	<i>Chlorestes notata</i>	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	<i>Chrysolampis mosquitus</i>	<i>Chrysuronia brevirostris</i>	<i>Chrysuronia versicolor</i>	<i>Colibri serrirostris</i>	<i>Eupetomena macroura</i>	<i>Florisuga fusca</i>	<i>Glaucis hirsutus</i>	<i>Heliactin bilophus</i>	<i>Heliodoxa rubricauda</i>	<i>Heliomaster squamosus</i>	<i>Hylocharis chrysur</i>	<i>Leucochloris albicollis</i>	<i>Lophornis chalybeus</i>	<i>Lophornis magnificus</i>	<i>Phaethornis eurynome</i>	<i>Phaethornis pretrei</i>	<i>Phaethornis ruber</i>	<i>Phaethornis squalidus</i>	<i>Polytmus guainumbi</i>	<i>Ramphodon naevius</i>	<i>Stephanoxis lalandi</i>	<i>Thalaurania furcata</i>	<i>Thalaurania glaucopsis</i>		
<i>Esterhazyia splendida</i>					1						1				1					1																
<i>Eugenia uniflora</i>												1			1																					
<i>Euphorbia milii</i>												1										1														1
<i>Euphorbia pulcherrima</i>		1										1	1	1	1				1			1														
<i>Fridericia speciosa</i>					1						1																1									
<i>Fuchsia regia</i>		1			1	1					1		1	1	1	1			1			1			1		1					1		1		1
<i>Gaylussacia brasiliensis</i>																																	1			
<i>Gaylussacia virgata</i>											1																									
<i>Geissomeria tetragona</i>																					1					1										1
<i>Geissomeria longiflora</i>																										1										
<i>Geissomeria pubescens</i>																										1										1



Beija-flores

	<i>Amazilia</i> sp.	<i>Anopetia gounellei</i>	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	<i>Augastes lumachella</i>	<i>Calliphlox amethystina</i>	<i>Chionomesa fimbriata</i>	<i>Chionomesa lactea</i>	<i>Chlorestes cyanus</i>	<i>Chlorestes notata</i>	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	<i>Chrysolampis mosquitus</i>	<i>Chrysuronia brevirostris</i>	<i>Chrysuronia versicolor</i>	<i>Colibri serrirostris</i>	<i>Eupetomena macroura</i>	<i>Florisuga fusca</i>	<i>Glaucis hirsutus</i>	<i>Heliactin bilophus</i>	<i>Heliodoxa rubricauda</i>	<i>Heliomaster squamosus</i>	<i>Hylocharis chrysur</i>	<i>Leucochloris albicollis</i>	<i>Lophornis chalybeus</i>	<i>Lophornis magnificus</i>	<i>Phaethornis eurynome</i>	<i>Phaethornis pretrei</i>	<i>Phaethornis ruber</i>	<i>Phaethornis squalidus</i>	<i>Polytimus guainumbi</i>	<i>Ramphodon naevius</i>	<i>Stephanoxis lalandi</i>	<i>Thalurania furcata</i>	<i>Thalurania glaucopsis</i>		
<b>Plantas</b>																																				
<i>Helicteres macropetala</i>						1			1	1							1										1									
<i>Helicteres sacarolha</i>						1							1																							
<i>Hibiscus sinensis</i>		1		1						1			1	1	1							1														
<i>Hibiscus tilliaceus</i>		1				1										1																				
<i>Hippeastrum aulicum</i>																			1					1	1		1								1	
<i>Hippeastrum stylosum</i>						1												1										1								
<i>Hohenbergia ramageana</i>				1	1		1				1	1		1												1										
<i>Humiria balsamifera</i>					1					1	1																									
<i>Hydrangea macrophylla</i>										1					1																					
<i>Hyptis asperrima</i>					1					1																	1									
<i>Impatiens walleriana</i>													1	1	1																					

Beija-flores

	<i>Amazilia</i> sp.	<i>Anopetia</i> gounellei	<i>Anthracothorax</i> nigricollis	<i>Aphantochroa</i> cirrochloris	<i>Augastes</i> lumachella	<i>Calliphlox</i> amethystina	<i>Chionomesa</i> fimbriata	<i>Chionomesa</i> lactea	<i>Chlorestes</i> cyanus	<i>Chlorestes</i> notata	<i>Chlorostilbon</i> lucidus	<i>Chrysolampis</i> mosquitus	<i>Chrysuronia</i> brevirostris	<i>Chrysuronia</i> versicolor	<i>Colibri</i> serrirostris	<i>Eupetomena</i> macroura	<i>Florisuga</i> fusca	<i>Glaucis</i> hirsutus	<i>Heliactin</i> bilophus	<i>Heliodoxa</i> rubricauda	<i>Heliomaster</i> squamosus	<i>Hylocharis</i> chrysur	<i>Leucochloris</i> albicollis	<i>Lophornis</i> chalybeus	<i>Lophornis</i> magnificus	<i>Phaethornis</i> eurynome	<i>Phaethornis</i> pretrei	<i>Phaethornis</i> ruber	<i>Phaethornis</i> squalidus	<i>Polytmus</i> guainumbi	<i>Ramphodon</i> naevius	<i>Stephanoxis</i> lalandi	<i>Thalurania</i> furcata	<i>Thalurania</i> glaucopsis		
<b>Plantas</b>																																				
<i>Inga edulis</i>						1					1	1				1																			1	
<i>Inga luschnathiana</i>		1				1		1				1											1												1	
<i>Inga sessilis</i>													1			1			1		1	1	1		1									1		
<i>Inga</i> sp.																			1																	
<i>Inga vera</i>											1			1	1												1									
<i>Ipomoea alba</i>														1																						
<i>Ipomoea hederifolia</i>						1	1				1					1											1							1		
<i>Ipomoea purpurea</i>		1												1	1	1						1														
<i>Ipomoea quamoclit</i>						1																														
<i>Ipomoea</i> sp.						1							1																						1	
<i>Jacaranda irwinii</i>											1																									
<i>Jacaranda puberula</i>		1				1		1				1	1	1								1													1	
<i>Jacquemontia hirsuta</i>						1																													1	

<i>Justicia ramulosa</i>			1				1
<i>Justicia brasiliiana</i>	1			1		1	1
<i>Justicia carnea</i>						1	1

---