

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

**DIVERSIDADE DE RECURSOS FLORAIS PARA BEIJA-FLORES
NOS CERRADOS DO TRIÂNGULO MINEIRO E REGIÃO**

Adriana de Oliveira Machado

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eugênio A. M. Oliveira

Uberlândia, MG

Março 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais

**DIVERSIDADE DE RECURSOS FLORAIS PARA BEIJA-FLORES
NOS CERRADOS DO TRIÂNGULO MINEIRO E REGIÃO**

Adriana de Oliveira Machado

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eugênio A. M. Oliveira

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ecologia.

Uberlândia, MG

Março 2012

Adriana de Oliveira Machado

**DIVERSIDADE DE RECURSOS FLORAIS PARA BEIJA-FLORES
NOS CERRADOS DO TRIÂNGULO MINEIRO E REGIÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ecologia.

Aprovada em 14 de março de 2012

Banca examinadora:

Prof^a. Dra. Isabela Galarda Varassin

Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Leandro Freitas

Jardim Botânico do Rio de Janeiro

Prof^a. Dra. Celine de Melo

Universidade Federal de Uberlândia

Prof^a. Dra. Francielle Paulina de Araújo

Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Dr. Paulo Eugênio A. M. Oliveira
Orientador

Universidade Federal de Uberlândia

Suplentes:

Prof. Dr. Hélder Nagai Consolaro

Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Solange Cristina Augusto

Universidade Federal de Uberlândia

Dedico

Aos meus pais Antônio e Neiva,
que nunca mediram esforços para que
o estudo fosse sempre a prioridade em
minha vida. A eles e à minha família,
todos os resultados desse esforço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Paulo Eugênio por todos os anos de convivência, e pelo muito que me ensinou. Por toda confiança, ajuda, atenção e compreensão.

Aos meus pais, irmãos e toda família pela confiança, paciência, ajuda e apoio indispensáveis.

Aos professores membros da banca pela participação, correções e sugestões.

À Universidade Federal de Uberlândia por disponibilizar a estrutura e logística necessárias ao desenvolvimento dos trabalhos.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

À FAPEMIG pelos auxílios aos eventos participados durante o doutorado.

Ao Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia pela autorização para realizar o trabalho de campo em sua RPPN.

À SEMARH (Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Goiás) pela autorização para realizar o trabalho de campo no PESCAN.

Ao PESCAN, diretoria e funcionários, pela receptividade e apoio.

À Maria Angélica, secretária da PGECRN, por toda dedicação e competência, nos ajudando sempre com muita presteza e carinho.

Ao Instituto de Biologia, sobretudo às suas secretárias Helena, Nívea e Luíza, por todo auxílio.

À minha tia Lila e sua família, pela acolhida, hospedagem e toda a ajuda dispensada na cidade de Caldas Novas, sempre com tanto carinho.

Ao Sr. José S. Xavier, o “seu Zé do Panga”, pela amizade, companhia e ajuda.

Ao professor Peter E. Gibbs pelas sugestões ao trabalho.

A todos os colegas da Pós, pela amizade e companheirismo, principalmente à Laíce Rabelo, Denise Lange, Wagner Santiago e Marcela Yamamoto por me ensinarem e me ajudarem a trabalhar com assuntos e programas até então novos para mim, como tabelas dinâmicas e redes de interações. Muito obrigada pela disponibilidade e atenção.

Aos colegas Pietro Maruyama e Carolina Ferreira por disponibilizarem dados ainda não publicados.

À minha amiga Vanessa Ramos, companheira desde o mestrado, pela ajuda e principalmente pela amizade.

À minha amiga Alzira por me incentivar a voltar aos estudos depois de tanto tempo da graduação.

E, agradeço sim a Deus. Por tudo! Pela força, coragem, os amigos conquistados e, sobretudo, a proteção. Proteção no campo, nas viagens, sempre sozinha. Nas caminhadas pelas trilhas onde tantas vezes me vi diante de perigos, como quando uma “nuvem” de abelhas sobrevoou minha cabeça sem que nenhuma me atacasse. Ou nas vezes em que por muito pouco não pisei nas cobras à minha frente, ou não coloquei a mão numa colônia de vespas. Agradeço a proteção por perigos ainda maiores. Ele esteve comigo o tempo todo me amparando e me protegendo. A Ele eu agradeço muitíssimo!

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABELAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	
1- Áreas de estudo.....	16
2- Coleta de dados	
2.1- Espécies vegetais: composição, similaridade, distribuição e néctar.....	20
2.2- Beija-flores	22
2.3- Redes de interações.....	23
2.4- Análises estatísticas	24
RESULTADOS	
1- Espécies vegetais	25
2- Estudo na Estação Ecológica do Panga (EEP) em 2007-08	49
3- Beija-flores	53
4- Interações beija-flores e plantas	62
DISCUSSÃO	69
CONCLUSÕES	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
Anexo 1	100
Anexo 2	101

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Localização das áreas de estudo. a: Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN). b: Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Uberlândia – MG (CCPIU). c: Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG (EEP). As setas indicam as posições dos transectos na menor distância entre eles. Escala: 1.000 m. Fonte: Google Earth. 19
- Figura 2. Número de espécies por família das plantas visitadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. Barras pretas: espécies não ornitófilas, barras cinza: espécies ornitófilas. 28
- Figura 3. Cores das corolas das flores apresentadas pelas espécies potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. 28
- Figura 4. Espécies ornitófilas registradas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: *Hypenia cf macrantha*, b: *Esterhazya splendida*, c: *Camptosema coriaceum*, d: *Zeyheria montana*, e: *Palicourea rigida*, f: *P. coriacea*, g: *Dyckia leptostachya*, h: *Alstroemeria* sp, i: *Ananas ananassoides*. 30
- Figura 5. Espécies não ornitófilas potencialmente utilizadas por beija-flores registradas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: *Salvertia convallariaeodora*, B: *Styrax ferrugineus*, c: *Caryocar brasiliense*, d: *Bauhinia unguilata*, e: *Qualea multiflora*, f: *Adenocalymma campicola*, g: *Bowdichia virgiliooides*, h: *Stachytarpheta gesnerioides*, i: *Q. parviflora*. 31
- Figura 6. Fenologia de floração das espécies registradas no estudo como potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN). Linhas contínuas: transecto 1 e linhas tracejadas: transecto 2. Negrito: espécies ornitófilas. Faixa sombreada: período chuvoso. 35
- Figura 7. Fenologia de floração das espécies registradas no estudo como potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG. Linhas contínuas: transecto 1 e linhas tracejadas: transecto 2. Negrito: espécies ornitófilas. Faixa sombreada: período chuvoso. 36
- Figura 8. Fenologia de floração das espécies registradas no estudo como potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. Linhas contínuas: transecto 1 e linhas tracejadas: transecto 2. Negrito: espécies ornitófilas. Faixa sombreada: período chuvoso. 37
- Figura 9. Número de espécies potencialmente utilizadas por beija-flores floridas nos meses de estudo no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. Barras pretas: espécies não ornitófilas, barras cinza: espécies ornitófilas. 39

- Figura 10. Número de indivíduos floridos das espécies potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos da EEP. 40
- Figura 11. Número total de flores produzidas por todas as espécies potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos da EEP. 42
- Figura 12. Número total de flores produzidas pelas espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN). a e b: transecto 1, c e d: transecto 2. a e c: até 200 flores, b e d: acima de 200 flores. Aca: *Adenocalymma campicola*, Als: *Alstroemeria* sp., Aan: *Ananas ananassoides*, Bbr: *Bauhinia brevipes*, Bun: *Bauhinia ungulata*, Bvi: *Bowdichia virgilioides*, Cbr: *Caryocar brasiliense*, Cco: *Camptosema coriaceum*, Dle: *Dyckia leptostachya*, Esp: *Esterhazia splendida*, Egr: *Eriotheca gracilipes*, Hyp: *Hypenia cf. macrantha*, Hoc: *Handroanthus ochraceus*, Jru: *Jacaranda rufa*, Pco: *Palicourea coriacea*, Pri: *Palicourea rigida*, Qgr: *Qualea grandiflora*, Qmu: *Qualea multiflora*, Qpa: *Qualea parviflora*, Sco: *Salvertia convallariaeodora*, Sfe: *Styrax ferrugineus*, Sge: *Stachytarpheta gesnerioides*, Tau: *Tabebuia aurea*, Vru: *Vochysia rufa*, Vci: *Vochysia cinnamomea*, Zmo: *Zeyheria montana*. 43
- Figura 13. Número total de flores produzidas pelas espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores no cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG. a e b: transecto 1, c e d: transecto 2. A e c: até 200 flores, b e d: acima de 200 flores. Código das espécies como na figura 12. 44
- Figura 14. Número total de flores produzidas pelas espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores no cerrado da Estação Ecológica do PANGA (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transecto 1, c e d: transecto 2. a: até 100 flores, b: acima de 100 flores, c: até 200 flores, d: acima de 200 flores. Código das espécies como na figura 12. 44
- Figura 15. Quantidade total de energia (kcal) ofertada por todas as espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores (linhas pretas) e pelas espécies ornitófilas (linhas vermelhas) no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos da EEP. 47
- Figura 16: Relação entre as quantidades de energia disponível aos beija-flores nos transectos e áreas do cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: transectos do PESCAN, b: transectos do CCPIU, c: transectos da EEP, d: CCPIU x EEP, e: PESCAN x EEP, f: PESCAN x CCPIU. 48
- Figura 17. Índices de dispersão (variância/média) do número de indivíduos floridos nas parcelas ao longo dos transectos no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da

Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos da EEP. Dados transformados (log).....	50
Figura 18. Índices de dispersão (variância/média) do número de flores nas parcelas ao longo dos transectos no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos da EEP. Dados transformados (log).....	18
Figura 19. Correlação entre as quantidades de energia ofertada aos beija-flores por uma área de cerrado na Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG nos anos 2007-08 (eixo y) e 2009-10 (eixo x).	52
Figura 20. Espécies de beija-flores registrados no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: <i>Calliphlox amethystina</i> , b: <i>Lophornis magnificus</i> , c: <i>Chlorostilbon lucidus</i> , d: <i>Amazilia fimbriata</i> , e: <i>Heliactin bilophus</i> , f: <i>Amazilia lactea</i> . Fonte: Grantsau 1989.	55
Figura 21. Espécies de beija-flores registrados no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: <i>Chrysolampis mosquitus</i> , b: <i>Heliomaster squamosus</i> , c: <i>Polytmus guainumbi</i> . Fonte: Grantsau 1989.	56
Figura 22. Espécies de beija-flores registrados no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: <i>Phaethornis pretrei</i> , b: <i>Eupetomena macroura</i> , c: <i>Colibri serrirostris</i> , d: <i>Thalurania furcata</i> . Fonte: Grantsau 1989.	57
Figura 23. Número de registros de beija-flores por espécies, nos meses de estudo no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG.	58
Figura 24. Relação entre a quantidade de energia (néctar) disponibilizada pelas áreas de estudo e o número de registros de beija-flores. a: Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), b: Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG, c: Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG.....	60
Figura 25. Número de visitas, nos intervalos dos horários observados, por beija-flores às plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG.....	61
Figura 26. Interações entre beija-flores e plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: fêmea de <i>Calliphlox amethystina</i> e b: <i>Colibri serrirostris</i> em <i>Palicourea rigida</i> , c: <i>Heliomaster squamosus</i> em <i>Camptosema coriaceum</i> , d: <i>Amazilia fimbriata</i> em <i>Esterhazya splendida</i> , e: <i>Eupetomena macroura</i> em <i>Salvertia convallariaeodora</i> , f: <i>E. macroura</i> em <i>Caryocar</i>	

brasiliense, g: *Chlorostilbon lucidus* em *Styrax ferrugineus*, h: *C. lucidus* em *Bowdichia virgiliooides*. c e d: fotos de Carolina Ferreira..... 63

Figura 27. Redes de interações (representadas por gráficos bipartidos) entre beija-flores e plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: todas as áreas, b: PESCAN, c: CCPIU, d: EEP. 65

Figura 28: Índice de importância (Murray) das plantas utilizadas pelos beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: as 3 áreas, b: PESCAN, c: CCPIU, d: EEP. 68

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Características florais das espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG.....	26
Tabela 2. Espécies vegetais potencialmente utilizadas por beija-flores como recurso floral e suas ocorrências nas áreas do cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. T: transecto.....	33
Tabela 3. Espécies de beija-flores registrados nas áreas de cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG	58
Tabela 4. Matriz binária das interações entre beija-flores e plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. 0: ausência e 1: presença. Sequência nas células: PESCAN, CCPIU e Panga.	64
Tabela 5. Propriedades das redes de interações entre beija-flores e plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. P: probabilidade do aninhamento para os dois modelos analisados.	67

RESUMO

Machado, Adriana de Oliveira. 2012. Diversidade de recursos florais para beija-flores nos cerrados do Triângulo Mineiro e região. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Universidade Federal de Uberlândia. 101pp.

Os ambientes abertos de Cerrado têm sido considerados ambientes marginais ou complementares para beija-flores, inclusive com um número relativamente baixo de espécies de plantas tipicamente ornitófilas. As características estruturais e climáticas do Cerrado seriam a causa do baixo número de espécies ornitófilas, que estão mais bem representadas em ambientes florestais, sendo a Mata Atlântica o bioma com maior número de espécies polinizadas por beija-flores. As interações mutualísticas entre plantas e polinizadores parecem ser importantes para a evolução e manutenção da biodiversidade, de maneira que os métodos e métricas modernas de análise de redes de interações têm sido utilizados para entender como se organizam os grupos de espécies que interagem numa comunidade. O objetivo do presente trabalho foi descrever as interações entre beija-flores e plantas em três áreas de cerrado, a Estação Ecológica do Panga e o Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, em Uberlândia, MG e o Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO. Em cada área foram demarcados dois transectos de um hectare cada, em fisionomias de cerrado sentido restrito, que foram percorridos quinzenalmente para identificação das espécies utilizadas pelos beija-flores. Foram registrados o número de indivíduos e de flores e a distribuição destes no transecto. Características relativas ao néctar foram avaliadas para se estimar a quantidade de energia disponível aos beija-flores nas áreas, durante o período do estudo. As espécies de beija-flores foram identificadas e observadas. Com os dados obtidos, e com registros na literatura de interações ocorrentes nas mesmas áreas, foram construídas redes de interações entre beija-flores e plantas de cada comunidade estudada. O número de espécies de plantas registrado (26) foi maior que o encontrado em outros estudos nas mesmas áreas, porém foi menor que na maioria dos ambientes de florestas tropicais. Destas, apenas nove espécies apresentaram síndrome de ornitofilia. A família Vochysiaceae foi a mais representativa de modo geral, e entre as ornitófilas foram Bromeliaceae e Rubiaceae. A maior parte das famílias foi representada por poucos gêneros e espécies como ocorreu na maioria dos estudos de flora visitada por beija-flores, corroborando a descrição de uma coevolução difusa entre estes grupos de aves e plantas. Predominaram na flora flores não ornitófilas, amarelas, em forma de goela e estandarte. Entre as ornitófilas predominou o tipo tubo de coloração vermelha e amarela. O hábito herbáceo foi o mais representado entre as espécies ornitófilas e o arbóreo entre as demais. Foram registradas 13 espécies de beija-flores nas três áreas, sendo a maioria da subfamília Trochilinae, número maior que o registrado em estudos de polinização na maioria dos ambientes, inclusive em matas. O pequeno número de espécies tipicamente ornitófilas no cerrado talvez seja o motivo dos beija-flores visitarem um maior número de flores com características de outros sistemas de

polinização. Apesar da diversidade morfológica, as características do néctar de espécies ornitófilas ou não, não foram significativamente diferentes. Apesar da grande diversidade beta descrita para as plantas do Cerrado, todas as áreas e transectos foram muito similares em relação às espécies de plantas e ao padrão de oferta de recursos. As redes de interações mostraram padrões de assimetria e aninhamento semelhantes aos descritos para outras redes mutualísticas, com média de conectância de 38 %, maior que o relatado para redes plantas/polinizadores. *Palicourea rigida* foi a espécie mais importante para os beija-flores na maioria das áreas, e entre os beija-flores, *Amazilia fimbriata* foi o beija-flor que visitou o maior número de espécies de plantas.

Palavras-chave: Ornitofilia, Trochilidae, Savana Brasileira, redes de interações.

ABSTRACT

Machado, Adriana de Oliveira. 2012. Diversity of floral resources for hummingbirds in the cerrados of the Triângulo Mineiro and region. Doctoral thesis. Post-Graduation Program of Ecology and Conservation of Natural Resources. Universidade Federal de Uberlândia. 101pp.

The open savanna areas of the Cerrado region in Central Brazil have been considered as marginal or complementary habitats to hummingbirds, even with a relatively small number of truly ornithophilous plant species. The structural and climatic conditions would explain the low number of ornithophilous species, which are better represented in forest environments, being the Atlantic forest the Brazilian biome with the greatest number of hummingbird pollinated species. The mutualistic interactions between plants and pollinators seem to be important for the evolution and maintenance of biodiversity, in such a way that modern methods and metrics for the analysis of these networks have been used to understand the organization of species in such communities. The objective of the present study was to describe the interaction between hummingbirds and plants in three cerrado areas, the Panga Ecological Station and the Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, in Uberlândia, MG, and the Serra de Caldas Novas State Park, in Caldas Novas, GO. In each area there were used two transects of one hectare each, which were followed every other week to identify the plant species used by hummingbirds. The number of individuals and flowers were recorded and the distribution pattern along the transects were analyzed. The nectar was analyzed in order to estimate the amount of energy available for the hummingbirds during the study. Hummingbird species were identified and their visiting behavior was observed. Based on field data and literature records, the interaction networks between hummingbirds and plants for each area were built and analyzed. The number of plant species offering nectar for the hummingbirds (26) was higher than observed for other studies in the same areas but was lower than the ones recorded for tropical forest habits. Only nine species presented ornithophilous syndrome. The Vochysiaceae was the most representative family as a whole, and the Bromeliaceae and Rubiaceae were the most important among the truly ornithophilous. Most families were represented by a few genera and species, as in most hummingbird flora studies to date, supporting the idea of diffuse coevolution between these birds and plants. Among the non-ornithophilous plants, most have yellow flowers with gullet or flag corolla while among the ornithophilous, the tubular, red or yellow flowers predominate. Most ornithophilous plants were herbs while the non-ornithophilous were mostly trees. There were 13 hummingbird species among the three areas, most of the subfamily Trochilinae, a number of species greater than observed in study of pollination in most environments, including Tropical Forest areas. The relatively small number of truly ornithophilous species in the Brazilian savanna may cause the hummingbirds to visit many flowers with morphology adapted to other pollinators. Despite the morphological differences, the nectar features of ornithophilous and non-ornithophilous flowers were not significantly different. Although the Cerrado flora has been

characterized by its high β -diversity, the transects and areas were very similar both for the plants used by hummingbirds and for the resource availability pattern. The interaction networks showed asymmetry and nestedness patterns similar to the described for other mutualistic networks, with average of connectance of 38%, even greater than observed for other plant/pollinator networks. *Palicourea rigida* was the most important plant species for the hummingbirds in most areas and *Amazilia fimbriata* was the hummingbird that visited the greatest number of plant species.

Key-words: Ornitophily, Trochilidae, Brazilian Savanna, interactions networks.

INTRODUÇÃO

A dinâmica ecológica e evolutiva das espécies pode ser influenciada pelas interações entre as plantas e os animais coexistentes. Dados sobre estas interações são importantes para o entendimento do funcionamento das comunidades e para a manutenção e a conservação da flora e fauna (Mendonça & Anjos 2003, Vázquez et al. 2007). Apesar de importantes, raramente as interações animais/plantas são obrigatórias, sendo a maioria generalista de ambas as partes (Waser 2006). Além disso, em uma comunidade, poucas interações são fortes e a maioria é considerada fraca. Estudos recentes de redes de interações têm revelado que estas tendem a ser assimétricas, porque são dependentes da abundância de cada espécie (Kearns et al. 1998, Bascompte et al. 2006, Vázquez et al. 2007). Dentro todos os tipos de interações destacam-se as que ocorrem entre plantas e polinizadores, dada a importância delas, entre outros motivos, na reprodução sexuada e na manutenção da diversidade de Angiospermas, inclusive aquelas importantes na agricultura (Buchmann & Nabhan 1996, Costanza et al. 1997). Devido à sua importância na manutenção da diversidade de espécies nas comunidades e pela produção de sementes utilizadas na alimentação humana e de outros animais, faz-se necessária a conservação e manutenção dos sistemas que comportam tais interações (Kearns et al. 1998).

As interações entre flores e seus polinizadores são tidas como processos coevolutivos onde as características florais influenciam as estratégias de forrageamento dos animais e estes podem direcionar as estratégias reprodutivas das plantas (Faegri & van der Pijl 1979). Estima-se que 90% das Angiospermas sejam polinizadas por animais (Buchmann & Nabhan 1996, Kearns et al. 1998), podendo chegar a 99% entre as espécies arbóreas de florestas tropicais (Bawa 1990). As espécies de plantas tendem a utilizar uma ampla variedade de visitantes disponíveis no ambiente, sendo assim consideradas generalistas, ou têm características morfofisiológicas que restringem a visitação por um ou alguns poucos visitantes, sendo então consideradas especialistas (Armbruster 2006). Porém, a questão acerca de especializações em sistemas de

interações tem sido objeto de muitas discussões e estudos no âmbito da evolução das Angiospermas (Waser et al. 1996, Gómez & Zamora 2006).

Para as plantas, o benefício obtido da visitação por animais às suas flores é o transporte e deposição apropriada de pólen. Para os animais, existem vários ganhos como abrigo e proteção de predadores, local para reprodução, obtenção de substâncias como resinas e óleos e, principalmente, recursos nutricionais como pólen e néctar (Buchmann & Nabhan 1996, Dafni 2005). Os grãos-de-pólen são importantes fontes de proteínas, mas o principal recurso envolvido nas interações mutualísticas polinizadores/plantas são os açúcares do néctar, maior fonte de energia provida pelas flores (Heinrich 1975, Abrol 2005).

O néctar é o mais importante recurso oferecido pelas flores de Angiospermas polinizadas por animais (Simpson & Neff 1983, Bawa 1990, Proctor et al. 1996, Galetto & Bernardello 2005). O principal constituinte do néctar, em termos de solutos, são os açúcares que são a maior fonte energética aos animais antófilos (que se alimentam em flores). Basicamente três tipos de açúcar estão presentes no néctar, a sacarose, que é um dissacarídeo, a frutose e a glicose, que são monossacarídeos, e as proporções destes açúcares variam de acordo com o tipo de polinizador (Percival 1965, Baker & Baker 1983, Barth 1985). O néctar pode conter ainda outras substâncias em menores quantidades como aminoácidos, proteínas, lipídeos, ácido ascórbico (como nutriente ou antioxidante) e alcaloides, que parecem estar envolvidas em diferentes vias na coevolução com animais antófilos (Baker & Baker 1983). Este recurso floral é complementar no caso de abelhas e outros grupos de insetos que utilizam pólen e outros recursos florais, mas é a principal fonte de energia para vertebrados nectarívoros, como morcegos e beija-flores, influenciando seu comportamento e distribuição no ambiente (Proctor et al. 1996, Galetto & Bernardello 2005).

Baseado na importância ecológica que cada espécie tem sobre a outra numa interação, buscou-se aqui compilar e contextualizar as informações já existentes acerca das interações beija-flores e plantas, no Brasil de um modo geral, e mais especificamente em ambientes de Cerrado. O enfoque principal é a diversidade e distribuição das espécies vegetais utilizadas pelos beija-flores na obtenção de néctar. Esta revisão constitui a base para contextualizar e justificar o enfoque e objetivos da tese.

1 – Aves e flores

No processo das interações animais/plantas muitas vezes associa-se um conjunto de características florais a um determinado tipo de polinizador, ao que chamamos “síndrome de polinização” (Faegri & van der Pijl 1979). Os beija-flores e outros grupos de aves, por exemplo, visitam uma grande variedade de flores, mas determinadas características florais são mais frequentes neste grupo de plantas. Cada uma destas características se relaciona com um aspecto fisiológico e/ou morfológico das aves, e em conjunto formam a “síndrome de ornitofilia”. A ornitofilia engloba flores com antese diurna, tubulares ou às vezes em forma de pincel, de coloração viva (tendendo ao vermelho) ou contrastante, sem odor perceptível, com guia de néctar ausente ou simples. As flores produzem néctar em grande quantidade, que se acumula no fundo da corola e geralmente é de difícil acesso, muitas vezes têm sistemas de capilaridade para o néctar e peças florais fundidas (Faegri & van der Pijl 1979, Waser 2006). A atração primária das flores ornitófilas seria a cor, porque aves, especialmente beija-flores, têm melhor sensibilidade e discriminação de cores com comprimentos de ondas mais longos, ou seja, no espectro do vermelho (Stiles 1981).

A maioria das flores polinizadas por aves são vermelhas. Esta atração pode ter surgido porque insetos dificilmente visitam flores com esta coloração e assim, os beija-flores poderiam ter “aprendido” que estas flores devem ter néctar por haver menor competição (Stiles 1981). A ornitofilia refere-se a flores visitadas por aves em geral, mas duas características em especial favorecem a visitação por beija-flores especificamente, as flores serem tubulosas, adaptação ao bico mais fino e longo, e o fato de serem pendentes, adaptação ao voo pairado (Stiles 1976, 1981; Faegri & van der Pijl 1979).

Muitas aves dependem do néctar como a sua maior fonte de energia, da mesma forma que muitas plantas dependem das aves para sua polinização. Dentre as aves, os beija-flores constituem o principal grupo a exercer esta função, e acredita-se que a coevolução difusa entre eles e as flores tenha importante papel na organização das comunidades neotropicais (Mendonça & Anjos 2003).

2 – Beija-flores

Os beija-flores, família Trochilidae, são as aves nectarívoras mais especializadas por suas características morfológicas e fisiológicas, e se alimentam principalmente de néctar por ele ser rico em carboidratos importantes para suprir sua necessidade energética (Stiles 1981). Eles necessitam ainda de outros nutrientes como proteínas, lipídeos e aminoácidos que podem estar presentes também no néctar, mas em pequenas quantidades que provavelmente não suprem as suas necessidades nutricionais. Para complementar sua dieta eles buscam estes nutrientes consumindo frutos pequenos insetos e aranhas (Proctor et al. 1996, Sigrist 2009).

Estas aves têm uma alta demanda energética, requerendo de seis a 10 kcal para satisfazerem suas necessidades calóricas diárias (Carpenter 1983). Elas têm metabolismo muito alto em relação à massa corporal devido à termorregulação e estratégias de forrageamento, especialmente pela sua capacidade de voo pairado, a mais dispendiosa forma de locomoção das aves (Diamond et al. 1986, Karasov et al. 1986, Suarez & Gass 2002). A grande demanda energética diária é necessária também devido ao fato de não acumularem energia em forma de gordura no corpo e pelo rápido e eficiente processo de hidrólise de açúcar no seu trato intestinal (Hainsworth 1974, Diamond et al. 1986, Karasov et al. 1986, McWhorter & Del Rio 2000). Devido a este alto custo energético para termorregulação e forrageio, durante a noite e em dias muito frios, eles entram em estado de semitorpor (McWhorter & Del Rio 2000, Sigrist 2009).

O néctar é o único recurso floral oferecido aos beija-flores e eles geralmente visitam flores que produzem néctar em grande quantidade, mais diluído e com maior concentração de sacarose que de outros açúcares (Stiles 1981, Baker & Baker 1983, Stiles & Freeman 1993, Galetto & Bernardello 2005, Nicolson & Fleming 2003, Abrol 2005). A concentração de açúcares no néctar produzido por flores associadas a beija-flores é bem variável, mas em geral está entre 20 e 25 % em equivalentes de sacarose, menores, por exemplo, que a do néctar produzido por flores polinizadas por abelhas (em torno de 40%) (Buchmann & Nabhan 1996, Proctor et al. 1996). Estudos de campo e laboratório sugerem que os beija-flores teriam preferência por néctar mais concentrado para suprir sua grande necessidade energética (Stiles 1976, 1981). No entanto, eles são mais bem adaptados a consumir néctar mais diluído. A maior diluição do néctar é compensada pela grande quantidade produzida, também minimiza as visitas de insetos

não polinizadores e força os beija-flores a visitarem mais flores, favorecendo o fluxo de pólen entre indivíduos mais distantes (Feinsinger 1978, Pyke & Waser 1981, Carpenter 1983). Néctar mais diluído facilita ainda a capilaridade envolvida no ato de sugar pelos beija-flores diminuindo seu gasto energético já que eles geralmente se alimentam adejando.

Os beija-flores exercem importante papel na reprodução das plantas como polinizadores, sendo os principais vertebrados a realizarem esta função. São responsáveis pela polinização de cerca de 15% das Angiospermas de uma dada comunidade neotropical (Snow 1981, Stile 1981, Feinsinger 1983, Bawa 1990). Em todo continente Americano cerca de 8.000 espécies de plantas têm os beija-flores como principais polinizadores (Nicolson & Fleming 2003). Eles são mais eficientes e transportam maiores quantidades de pólen que outros animais, embora tenham menores taxas de visitação (Castellanos et al. 2003). Isto se deve ao fato de que as plantas polinizadas por eles podem liberar os grãos-de-pólen de maneira não gradual em anteras com deiscência rápida (Thomson et al. 2000), já que eles não consomem o pólen. A homeotermia, que torna os beija-flores mais resistentes às variações ambientais, também é fator que os torna importantes polinizadores, sobretudo em regiões mais elevadas, onde os insetos, que não possuem essa característica fisiológica, podem ser menos abundantes (Feinsinger 1983).

Os Trochilidae estão divididos em duas subfamílias, Phaethornithinae e Trochilinae. Os Phaethornithinae, com bicos longos e curvados, tendem a ser mais especialistas quanto aos recursos utilizados forrageando em flores com corolas de tubo mais longo, curvado e que secretam grandes quantidades de néctar, dispostas mais esparsadamente (Feinsinger 1983). Estas flores, também com corolas mais longas e curvadas, dificultam o acesso aos beija-flores com bicos mais curtos e retos (Stiles 1981, Feinsinger 1983). Estes beija-flores são basicamente de sub-bosque de florestas tropicais úmidas, diminuindo sua diversidade e abundância em áreas mais elevadas e mais secas (Stiles 1981). Eles preferem florestas sombreadas, mas algumas espécies ocorrem em formações mais abertas como o Cerrado (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006). Em contraste, os Trochilinae, que compreendem cerca de 90% dos beija-flores, com bicos mais retos e de comprimentos mais variados, tendem a ser mais generalistas utilizando recursos sobrepostos e visitando também flores com características relacionadas à visitação por outros tipos de animais (Stiles 1981,

Feinsinger 1983). Sua maior diversidade ocorre em áreas tropicais mais secas e em áreas mais baixas eles são mais numerosos no dossel que no sub-bosque (Feinsinger & Colwell 1978, Stiles 1981).

De maneira geral, os beija-flores podem estabelecer rotas de forrageamento visitando flores dispostas mais espaçadamente, sendo assim chamados “trapliners”, ou podem ainda serem territorialistas, que defendem territórios de alimentação em áreas ou plantas com alta densidade de flores (Feinsinger 1978, Feinsinger & Colwell 1978, Franceschinelli & Bawa 2000). As estratégias estabelecidas por eles parecem depender mais da disponibilidade de recursos oferecidos na comunidade (Franceschinelli & Bawa 2000, Freitas & Sazima 2006, Justino et al. 2012), podendo uma mesma espécie adotar estratégias diferentes dependendo da planta que visita (Leal et al. 2006). Mas em geral, os Phaethornithinae estão mais associados ao modo “traplining”, e os Trochilinae mais associados ao territorialismo (Proctor et al. 1996, Buzato et al. 2000, Castro & Oliveira 2001, Consolaro et al. 2005, Machado et al. 2007, Araújo 2010, Machado et al. 2010). O territorialismo parece estar ligado ainda ao tamanho corporal dos beija-flores. Em um estudo realizado no México, os beija-flores de médio porte defendiam territórios e eram residentes, enquanto os beija-flores menores tinham comportamento “traplining” e se moviam entre habitats seguindo a riqueza de fontes de néctar (Arizmendi & Ornelas 1990). Em *Palicourea rigida* (Rubiaceae), uma espécies de Cerrado, um dos principais polinizadores é *Eupetomena macroura*, um dos maiores beija-flores que ocorrem no Cerrado e que se mostrou fortemente territorial (Machado et al. 2010).

Os Trochilidae são restritos ao continente americano, apresentando pico de diversidade nos neotrópicos. São mais de 300 espécies de beija-flores, sendo que 83 ocorrem no Brasil, 24 Phaethornithinae e 59 Trochilinae (Proctor et al. 1996, Macedo 2002, McGuire et al. 2009, CBRO 2010). São aves relativamente pequenas variando de 7,1 cm (fêmeas de *Calliphlox amethystina* e *Lophornis magnificus*) a 21,3 cm (macho de *Topaza pella*), podendo pesar menos de 2g (fêmea de *Phaethornis ruber pygmaeus*) (Grantsau 1989). Os beija-flores normalmente não têm olfato muito apurado, por outro lado, possuem uma grande acuidade visual podendo detectar flores à distância (Stiles 1981). Neste sentido, flores ocorrendo em ambientes mais abertos, como o Cerrado, podem ser bastante atrativas e facilmente percebidas por estas aves quando voam em busca de alimento.

3 – Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pela Floresta Amazônica. Localizado essencialmente no planalto central brasileiro, ocupa uma área de mais de 2.000.000 km², perfazendo 23% do território brasileiro. Áreas menores de Cerrado também ocorrem disjuntamente no norte do país e ao sul, no estado Paraná, e ainda em países como Bolívia e Paraguai (Ribeiro & Walter 2008). Estes números representam o Cerrado em sua dimensão original, mas se sabe que atualmente grande parte da sua cobertura está dominada por pastagens e culturas de grãos (Klink et al. 2008).

O Cerrado é um complexo vegetacional com relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas tropicais americanas e também de outros continentes como Austrália e África (Walter et al. 2008). É formado por diversas fitofisionomias que englobam formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), savânicas (cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e campestres (campo sujo, campo limpo e campo rupestre), com suas variações particulares. A flora é característica e diferenciada embora compartilhe espécies com os biomas adjacentes e sua distribuição sofre influência de diversos fatores como clima, solo, geomorfologia e topografia, latitude, profundidade do lençol freático, fogo e ação antrópica (Oliveira-Filho & Ratter 2002, Ribeiro & Walter 2008). A flora está entre as mais ricas das savanas do mundo, com mais de 12.000 espécies de fanerógamas, e a composição florística, abundância e diversidade de espécies variam entre as fisionomias (Felfili et al. 2008, Mendonça et al. 2008).

De maneira geral, o Cerrado possui duas estações bem definidas, uma chuvosa que vai de outubro a março, com média pluviométrica variando entre 400 e 2.200 mm anuais, e uma seca de abril a setembro. Esta sazonalidade tem influência direta sobre o clima e a vegetação. A média de temperatura varia de 24 a 33°C, tendendo a aumentar no sentido sul-norte (Silva et al. 2008). Apesar da marcada sazonalidade, a vegetação do Cerrado mostra atividades vegetativa e reprodutiva contínuas, com produção de folhas, flores e frutos ao longo de todo ano (Oliveira & Gibbs 2000).

Embora tenha uma flora com riqueza comparável a de florestas tropicais (Felfili et al. 2008), e uma considerável variedade de beija-flores, 36 espécies (Macedo 2002), o Cerrado tem relativamente poucas espécies de plantas essencialmente ornitófilas. O

sistema de polinização por insetos, sobretudo abelhas, predomina sobre os demais, como ocorre na maioria dos ambientes (Oliveira & Gibbs 2000, 2002; Gottsberger & Silberbauer-Gottsbeger 2006; Martins & Batalha 2006; Barbosa & Sazima 2008). As condições ambientais de alta temperatura e baixa umidade seriam causa da baixa incidência de flores ornitófilas no Cerrado, fazendo com que alguns autores caracterizem-no como um ambiente marginal, um habitat secundário para os beija-flores, ou uma extensão das áreas de florestas (Gottsberger & Silberbauer-Gottsbeger 2006). A estimativa é de que 7,5% da flora do Cerrado sejam ornitófilas (Gottsberger & Silberbauer-Gottsbeger 2006), embora estudos específicos em Brasília (Oliveira & Gibbs 2000), em São Paulo (Silberbauer-Gottsbeger & Gottsberger 1988), no Mato Grosso (Borges 2000) e em Uberlândia (Barbosa & Sazima 2008) revelem porcentagens ainda menores que o estimado (1,8 a 3,0%).

Apesar da baixa ocorrência de espécies essencialmente ornitófilas no Cerrado, estudos mais recentes têm revelado que muitas espécies de beija-flores visitam muitas espécies de plantas não ornitófilas (Oliveira 1998, Oliveira & Gibbs 2000, Araújo 2010, Araújo et al. 2011, Maruyama 2011). E eles podem eficientemente transportar seus grãos-de-pólen e depositá-los nos respectivos estigmas, promovendo a polinização destas flores.

O maior número de espécies não ornitófilas visitadas pelos beija-flores, em relação às ornitófilas no Cerrado faz com que estas aves sejam consideradas muitas vezes como visitantes oportunistas e não polinizadores, visitando várias flores que lhes oferecem néctar como alimento, cujas formas nem sempre são compatíveis à polinização por eles (Gottsberger & Silberbauer-Gottsbeger 2006). De qualquer forma, os beija-flores devem exercer um importante papel ecológico como polinizadores para as espécies vegetais do Cerrado, considerando-se, sobretudo a elevada porcentagem de autoincompatibilidade e xenogamia obrigatória (Oliveira & Gibbs 2000). Nestas condições, até mesmo os visitantes oportunistas podem ter papel fundamental como vetores de pólen destas espécies vegetais, sobretudo na escassez ou ausência dos polinizadores principais. Além disso, a fragmentação natural do Cerrado em um mosaico de formações vegetais, aliado à facilidade de voo a longas distâncias das aves, favorece o deslocamento dos beija-flores em busca de recursos nestes diversos ambientes, facilitando o fluxo de pólen entre indivíduos mais distantes (Araújo et al. 2011).

4 – Beija-flores e recursos florais

A maioria das informações acerca das interações beija-flores/plantas no Brasil trata-se de investigações na região sudeste, sobretudo no estado de São Paulo. A floresta Atlântica é o bioma mais investigado até então quanto a estas interações, seguida pelo Cerrado. Dentre os estudos, poucos enfocam comunidades de aves nectarívoras (beija-flores) e suas flores. A maioria se refere à biologia floral e polinização de espécies de plantas em particular, ou apenas cita aves como visitantes florais, ou ainda trata da ecologia alimentar das aves (Mendonça & Anjos 2003).

A maioria dos trabalhos feitos no Cerrado também foi sobre pares de espécies polinizador/planta (Araújo & Oliveira 2007, Coelho & Barbosa 2003, Consolaro et al. 2005, Franceschinelli 2005, Castro & Oliveira 2001, Consolaro 2008, Machado et al. 2010). Os estudos feitos em várias comunidades mostram que os beija-flores visitam um maior número de espécies vegetais não ornitófilas em relação às ornitófilas (Oliveira 1998, Oliveira & Gibbs 2000, Machado et al. 2007, Ghiringhelli & Tubelis 2009, Araújo 2010, Maruyama 2011). Esta relação entre número de espécies ornitófilas e não ornitófilas também foi encontrada em outros ambientes como na Floresta Tropical Seca do México (Arizmendi & Ornelas 1990), nos capões do Pantanal (Araújo & Sazima 2003), em fragmento florestal de Viçosa (Abreu & Vieira 2004) e na Caatinga (Machado 2009). A utilização de grande número de espécies com outras síndromes de polinização pelos beija-flores no Cerrado pode ser em função da pouca ocorrência de grupos de plantas tipicamente ornitófilas como Bromeliaceae, mas também porque estes beija-flores podem ter grande capacidade adaptativa de explorar recursos regionalmente vantajosos, que não refletem as características da síndrome de ornitofilia (Carvalho 1999).

Muitas espécies vegetais não ornitófilas foram estudadas no Cerrado quanto ao seu sistema reprodutivo e mecanismos de polinização e tiveram os beija-flores como visitantes florais. *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), espécie quiropterófila comum nos Cerrados, tem suas flores visitadas diurnamente por beija-flores que consomem o néctar residual (Melo 2001). *Bowdichia virgiliooides* (Fabaceae), espécie melítófila, foi visitada por uma guilda de nove aves, sendo seis delas beija-flores (Rojas & Ribon 1997). Espécies de Vochysiaceae, uma das famílias mais comuns do Cerrado

geralmente polinizadas por abelhas, são importantes recursos para os beija-flores (Oliveira & Gibbs 1994, Santos et al. 1997, Ghiringhelli & Tubelis 2009).

5 – Beija-flores e comunidades vegetais

As comunidades vegetais que mais apresentam beija-flores como polinizadores são as localizadas nas florestas tropicais em geral. Em uma comunidade estudada na Costa Rica, para exemplificar, há registro de apenas 20 espécies de beija-flores e cerca de 50 espécies de plantas que são polinizadas principal ou exclusivamente por eles (Stiles 1981). A Mata Atlântica no Brasil é o bioma mais rico em espécies vegetais polinizadas por beija-flores, embora tenha menor número de espécies de beija-flores registrado que o Cerrado, cerca de 30 spp. (Grantsau 1989). A diversidade de espécies vegetais neste ambiente é comparável a outras florestas úmidas neotropicais, inclusive com as principais famílias em comum (Araújo 1996, Buzato et al. 2000). A família de plantas mais representativa nos estudos conduzidos na Mata Atlântica é Bromeliaceae. Em um estudo conduzido em três áreas deste bioma na região sudeste, esta família representou 36% das 86 espécies nativas polinizadas por Trochilidae (Buzato et al. 2000). No Parque Estadual Intervales em Ribeirão Grande – SP, foram encontradas 14 espécies de Bromeliaceae ornitófilas (Machado & Semir 2006). Na Estação Biológica de Santa Lúcia, Santa Tereza – ES, foram identificadas 48 espécies de Bromeliaceae, das quais 21 eram visitadas por beija-flores e borboletas (Varassin & Sazima 2000). Numa comunidade de bromélias na Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana (subtipo da Floresta Atlântica) no Paraná, de oito espécies de Bromeliaceae estudadas, cinco foram polinizadas por beija-flores (Kaehler et al. 2005). Na Reserva Natural Salto Morato, estado do Paraná, 13 bromélias floresceram durante o período de estudo, onde em 12 foram observadas visitas por beija-flores (Piacentini & Varassin 2007).

Coincidemente, é também neste bioma, sobretudo no sudeste, que a maioria dos estudos sobre comunidades de beija-flores e plantas foram conduzidos até o momento (Araujo 1996, Sazima et al. 1996, Buzato et al. 2000, Lopes 2002, Canela 2006, Machado & Semir 2006, Rocca-de-Andrade 2006). Esta riqueza de espécies ornitófilas poderia ser explicada pela maior diversidade de Bromeliaceae, uma das famílias mais representativas neste ambiente e única família onde a polinização por vertebrados predomina sobre as demais (Martinelli 1994). A maior parte das bromélias

é polinizada por beija-flores neste bioma (Fischer 1994, Varassin 2002, Araújo et al. 2004). Da mesma forma, Bromeliaceae é a família mais representativa entre os recursos florais para beija-flores na Mata Atlântica (Buzato et al. 2000, Lopes 2002, Canela 2006, Rocca-de-Andrade 2006).

Sugere-se que Bromeliaceae e Trochilidae tenham coevoluído tendo em vista a coexistência destes dois grandes grupos e o fato de que estas aves são os principais polinizadores desta família de plantas, sobretudo em regiões mais elevadas (Sick 1984, Krömer et al. 2006). Outra evidência desta coevolução é o fato de serem coincidentes os centros de distribuição e especiação destes grupos, no norte dos Andes (Sick 1997). Nos Andes Bolivianos os beija-flores polinizam 61% das bromélias estudadas (Kessler & Krömer 2000). Muitos estudos na Mata Atlântica apontam os Phaethornithinae como os principais polinizadores de Bromeliaceae (Sazima et al. 1995, Buzato et al. 2000, Varassin & Sazima 2000, Varassin 2002, Kaehler et al. 2005, Machado & Semir 2006).

Outros biomas brasileiros também têm sido investigados mais recentemente acerca das interações beija-flores/plantas, como o Pantanal (Araújo & Sazima 2003), a Caatinga (Machado & Lopes 2004, Leal et al. 2006, Machado 2009) e campos rupestres (Vasconcelos & Lombardi 2001, Machado et al. 2007, Rodrigues 2011). Na Caatinga, a polinização por beija-flores foi o segundo tipo mais frequente em um estudo realizado em três áreas no Estado de Pernambuco, ocorrendo em 15% das 142 espécies de plantas estudadas (Machado & Lopes 2004). A família Bromeliaceae está entre as mais importantes com espécies ornitófilas também em algumas áreas da Caatinga, juntamente com Cactaceae e Acanthaceae (Machado & Lopes 2004, Leal et al. 2006). Nos campos rupestres da Chapada Diamantina e sul da Cadeia do Espinhaço, ao contrário da Mata Atlântica, a família Bromeliaceae tem pouca representatividade. A baixa riqueza de espécies desta família nos campos rupestres se deve, provavelmente, às poucas condições estruturais do ambiente, basicamente composto por estrato herbáceo, que dificultam seu estabelecimento (Vasconcelos & Lombardi 2001, Machado et al. 2007). Também no Pantanal (Araújo & Sazima 2003) esta família tem pouca representatividade. Excetuando-se a família Bromeliaceae na floresta Atlântica, de modo geral, a flora registrada nos estudos de interações entre beija-flores e plantas normalmente é composta por gêneros representados por poucas espécies (a maioria uma ou duas) nos diversos ambientes (Buzato et al. 2000, Araújo & Sazima 2003, Abreu & Vieira 2004, Leal et al. 2006, Machado et al. 2007, Barbosa & Sazima 2008, Araújo

2010, Maruyama 2011). Isto demonstra um padrão de interação proveniente de uma coevolução difusa que resultou em uma relação generalista e oportunista entre estas aves e a flores de uma dada flora (Buzato et al. 2000).

A maior diversidade de espécies ornitófilas em florestas resulta comumente em uma oferta de recursos mais continuada e, provavelmente, na possibilidade de manter beija-flores residentes a maior parte do tempo (Buzato et al. 2000, Lopes 2002, Machado & Semir 2006, Rocca-de-Andrade 2006). Além disso, ambientes florestais demonstram uma maior homogeneidade ambiental, podendo haver pequenas variações na composição florística mais num gradiente altitudinal (Buzato et al. 2000). Quanto ao Cerrado, este exibe grande heterogeneidade ambiental ao longo de gradientes longitudinais e altitudinais (Dias 1991, Cochrane et al. 1985), com grande diversidade florística, e muitas vezes com pequena similaridade entre as regiões (Bridgewater et al. 2004). Mesmo áreas mais próximas podem apresentar pouca similaridade quando se considera também a densidade de indivíduos de uma mesma espécie (Felfili et al. 2008). Dentro de uma mesma região, diferentes fitofisionomias do Cerrado têm diferentes estruturas e composições florísticas, embora compartilhem algumas espécies (Ribeiro & Walter 2008). A grande diversidade beta encontrada entre as áreas de Cerrado mais distantes e entre as fisionomias (Ratter et al. 2003, Bridgewater et al. 2004, Felfili et al. 2008) deve influenciar a diversidade e comportamento dos beija-flores em cada região em particular, fazendo com que eles utilizem uma maior variedade de recursos florais, ornitófilos ou não, dependendo da disponibilidade destes recursos. Isto tem sido comprovado nos poucos estudos sobre disponibilidade de recursos florais para beija-flores em áreas de Cerrado que envolveram diferentes fitofisionomias, onde algumas delas compartilham recursos oferecidos ao beija-flores, mas também contém espécies exclusivas (Oliveira 1998, Araújo 2010).

A sazonalidade do Cerrado também poderia influenciar o comportamento dos beija-flores no sentido de disponibilizar recursos ao longo do ano de maneira não uniforme no mosaico vegetacional, obrigando-os a migrarem entre as fisionomias em busca de alimento (Oliveira 1998, Araújo 2010). De qualquer forma os estudos já realizados revelaram que durante todo ano há disponibilidade de recursos, variando mais expressivamente quanto a quantidade de energia disponibilizada (Oliveira 1998, Araújo 2010, Araújo et al. 2011, Maruyama 2011). Alguns ambientes oferecem recursos durante todo ano, outros não, mas haveria uma disponibilização destes recursos de

forma assincrônica entre as diferentes formações de Cerrado, de modo a haver uma complementação entre eles, que permitiria a sobrevivência dos beija-flores nestes locais ao longo do ano (Oliveira & Gibbs 2002, Araújo 2010, Araújo et al. 2011).

No bioma Cerrado, considerando todas as suas formações, parece não haver uma diferenciação tão grande de disponibilidade de néctar aos beija-flores em relação à sazonalidade, havendo espécies florescendo ao longo de todo ano, independentemente de regimes de chuvas (Oliveira 1998, Araújo 2010, Maruyama 2011). Dados semelhantes foram encontrados na Floresta Amazônica Colombiana (Lasprilla & Sazima 2004), em campos rupestres e em uma área de Caatinga da Chapada Diamantina (Machado et al. 2007, Machado 2009). Em outra área de Caatinga, porém, houve pico de floração na estação seca (Leal et al. 2006) assim como em floresta seca do México (Arizmendi & Ornelas 1990). Diferentemente, em outros biomas pode haver picos de floração na estação chuvosa, como na Mata Atlântica (Sazima et al. 1995, Buzato et al. 2000, Machado & Semir 2006). De qualquer forma, em todos os biomas onde foram investigados os recursos florais para beija-flores, estes recursos estiveram presentes ao longo de todo ano, havendo apenas variação na quantidade de oferta (Buzato et al. 2000, Araújo e Sazima 2003, Machado & Semir 2006, Araújo 2010).

6 – Redes de interações

A disponibilidade mais ou menos contínua de recursos e a presença de beija-flores que são relativamente exigentes em termos de recursos suscita questões sobre a forma com que estes animais utilizam os recursos e como estas guildas de interações estão organizadas. Os estudos de redes de interações animais e plantas, sobretudo as composta por plantas e seus polinizadores, têm sido uma ferramenta útil para o entendimento de como estes grupos se organizam em uma comunidade e para estimar o seu nível de generalização (Vázquez et al. 2009). As redes de interações podem se apresentar de forma compartmentalizada, aninhada, em gradiente ou combinada (Lewinsohn et al. 2006). Redes mutualísticas tendem a ser altamente aninhadas, ou seja, as espécies com poucas interações (especialistas) tendem a interagir com aquelas com maior número de interações (generalistas). O aninhamento implica na existência de um denso núcleo de interações entre as espécies mais generalistas e na ocorrência de forte assimetria, com as espécies especialistas interagindo com as mais generalistas e com a

ausência de interações entre as especialistas (Bascompte et al. 2003, Jordano et al. 2006, Bascompte & Jordano 2007, Vázquez et al. 2009).

7 – Questões fundamentais sobre as interações beija-flores e plantas no Cerrado

A análise das interações beija-flores e plantas, de maneira geral, tem revelado a importância das espécies vegetais de cada ambiente em particular na manutenção destas aves. A composição destas espécies é bem variada nos diversos ambientes, embora haja prevalência de determinadas famílias, como Bromeliaceae na Mata Atlântica, que resulta da maior variedade e abundância de tais famílias em determinados locais. No Cerrado parece haver uma maior prevalência de espécies com variedade de síndromes morfológicas sendo utilizadas por beija-flores, resultando em um comportamento mais generalista destas aves (Oliveira 1998, Oliveira & Gibbs 2000, Araújo 2010, Maruyama 2011). Isto provavelmente se deve à baixa diversidade de espécies tipicamente ornitófilas em ambientes mais abertos como o Cerrado.

O Cerrado não tem mostrado limitações marcadas na disponibilidade de flores ao longo do ano. No entanto, existem períodos onde a disponibilidade destes recursos parece ser mais baixa, não sendo uma determinada área ou fisionomia, suficiente para manter as populações residentes de beija-flores. Sendo assim, fica ainda suspensa a questão de como os beija-flores sobrevivem nestes períodos de pequena oferta de recursos. Já é sabido que, em determinadas áreas, diferentes fisionomias se complementam na disponibilização de néctar, favorecendo a permanência deles na área (Oliveira 1998, Araújo 2010). Mas, não existem ainda para o Cerrado, estudos envolvendo áreas diferentes e mais distantes que permitam um melhor entendimento dos movimentos dos beija-flores numa escala regional, e investigações neste sentido seriam necessárias e importantes.

Num contexto de ampla diversidade vegetal e de uso pouco especializado dos tipos florais por beija-flores, é importante entender como variam a disponibilidade e os padrões de utilização de recursos por beija-flores numa escala regional. Existiriam diferenças na disponibilização de néctar entre áreas mais distantes que pudessem favorecer a migração dos beija-flores em busca de áreas mais vantajosas? E dentro de uma mesma área, de que maneira este recurso estaria distribuído? Além disso, os dados obtidos até então sugerem que os beija-flores são menos dependentes de plantas

específicas que em outras comunidades tropicais. Sendo assim, outro fato que poderia ajudar a esclarecer tais questões seria a investigação de como se organiza a assembleia de beija-flores em diferentes áreas de Cerrado, determinando se a composição de beija-flores varia em função da variação florística de cada área.

Neste contexto, os objetivos do presente estudo foram:

- Determinar a riqueza de espécies vegetais utilizadas por beija-flores como fonte de néctar em áreas de cerrado s.r. e caracterizar a distribuição espacial e temporal desse recurso;
- Determinar a similaridade florística e a distribuição das espécies vegetais utilizadas por beija-flores entre as diferentes áreas estudadas;
- Identificar as espécies de beija-flores ocorrentes nas áreas de estudos e a sua associação com os padrões de oferta de energia;
- Descrever as interações entre beija-flores e plantas utilizando métodos e métricas de redes de interações.

MATERIAL E MÉTODOS

1 – Áreas de estudo

O estudo foi realizado no período de maio de 2009 a maio de 2010 em três áreas de preservação de Cerrado. Duas destas no Triângulo Mineiro, a RPPN do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU) e a Estação Ecológica do Panga (EEP), e uma no sudeste de Goiás, o Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN) (figura 1). A escolha das áreas foi feita de maneira a permitir uma abordagem regional, mas ao mesmo tempo foi limitada pelas disponibilidades de acesso, o que dificultou a escolha de áreas mais distantes, e pelas informações florísticas restritas que geralmente abordam apenas espécies lenhosas. Estas três áreas são relativamente bem preservadas e têm grande representatividade das fisionomias do Cerrado.

A Estação Ecológica do Panga fica a uma distância aproximada de 21 km do Clube Caça e Pesca Itororó de Uberlândia. O Parque Estadual da Serra de Caldas Novas fica a cerca de 150 km da EEP e a cerca de 140 km do CCPIU. Em cada área de estudo foram delimitados dois transectos de 1.250 m x 8 m, sendo 4 m de cada lado da trilha, totalizando um hectare de área amostrada em cada transecto.

As características climáticas da região de Uberlândia, onde se encontram o CCPIU e o Panga, e do sudeste de Goiás, localização do PESCAN, correspondem ao tipo Aw (segundo classificação de Köppen) com verão quente e úmido e inverno frio e seco. A temperatura anual média é de 22 °C e a precipitação média é de 1.500 mm anuais, com chuvas concentradas entre os meses de outubro e março (Rosa et al. 1991, Almeida & Sarmento 1998).

1.1 – Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN)

O Parque Estadual da Serra de Caldas Novas está localizado entre os municípios de Caldas Novas e Rio Quente, Goiás entre as coordenadas 17°43' – 17°52' S e 48°39' – 48°45' O, em altitudes de aproximadamente 1.000 m. Com uma área de 12.315 ha, foi criado em 1970 com o objetivo maior de proteger a área de captação da chuva que abastece o lençol termal e manter a flora e fauna da região (Almeida & Sarmento 1998). O Parque se constitui de um grande platô, ou seja, uma área plana de grande extensão, e elevada (*ca.* 200 m) em relação à paisagem da região. O platô é dominado por cerrado sentido restrito, mas também com ocorrência de campo sujo e campo limpo. As fitofisionomias cerradão, campo rupestre, mata de galeria e vereda também estão representadas nas encostas do platô e partes mais baixas do Parque. Os transectos nesta área foram demarcados no platô da serra em área de cerrado (sentido restrito). A distância entre o final de um transecto e o início do outro foi de 320 m (figura 1 a).

1.2 – Reserva Natural do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU)

O Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia situa-se a sudoeste do município de Uberlândia, Minas Gerais entre as coordenadas 18°58' – 19°00' S e 48°17' – 48°19' O, com altitude em torno de 890 m. Abrange uma área total de 640 ha e possui uma RPPN (Reserva Particular do Patrimônio Natural) de 127 ha, criada para preservar as nascentes de água do clube. O cerrado (sentido restrito) é o tipo fisionômico predominante nesta reserva, que apresenta também áreas de vereda e campo sujo (Apolinário & Schiavini 2002). Os transectos desta área foram demarcados em cerrado s.r. e distavam 1.945 m entre si (figura 1 b).

1.3 – Estação Ecológica do Panga (EEP)

A Estação Ecológica do Panga comprehende uma área de 403,85 ha ao sul do município de Uberlândia, Minas Gerais. Está situada entre as coordenadas 19°09' – 19°11' S e 48°23' – 48°24' O, com altitude entre 740 a 830 m (Cardoso et al. 2009). A reserva pertence à Universidade Federal de Uberlândia desde 1986 e apresenta grande

representatividade dos diversos tipos fitofisionômicos encontrados na região do Cerrado do Brasil Central (Schiavini & Araújo 1989, Cardoso e Schiavini 2002). Os transectos na EEP foram demarcados em vegetação de cerrado s.r. e distavam cerca de 800 m um do outro (figura 1 c).

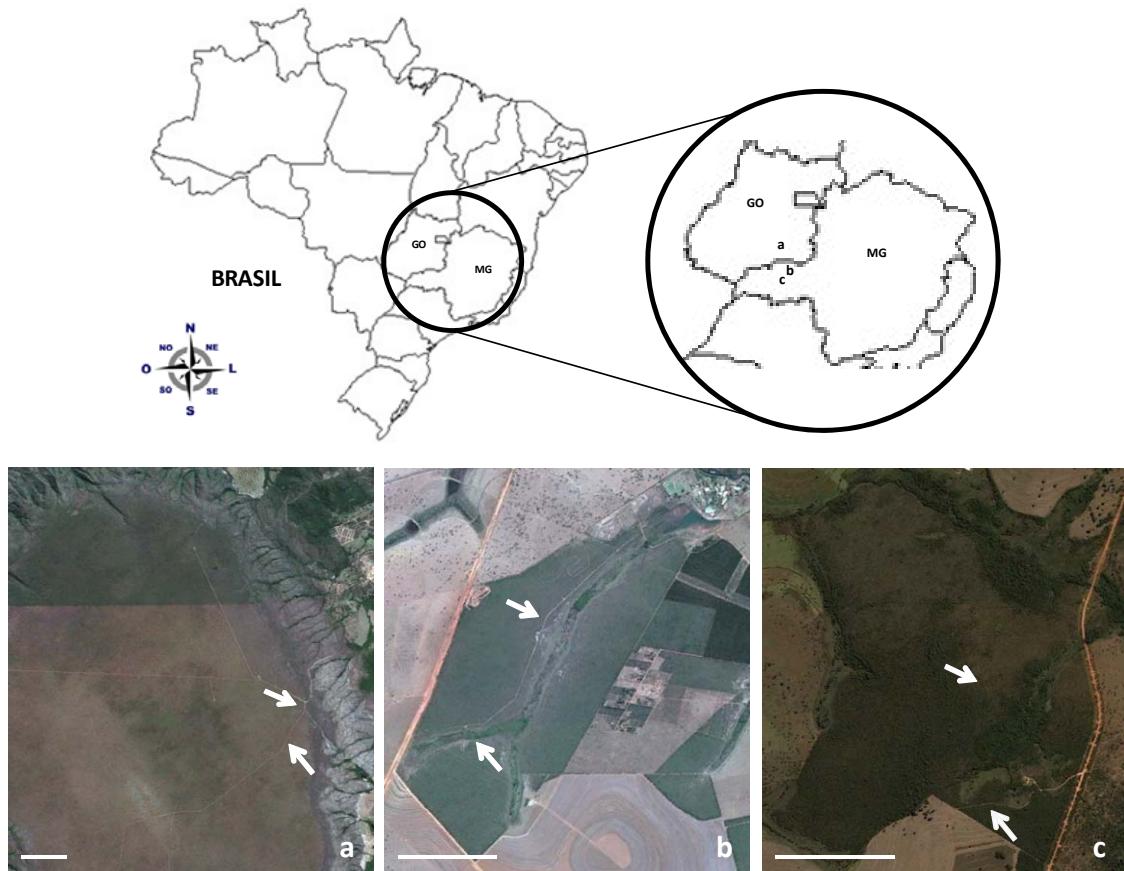


Figura 1. Localização das áreas de estudo. a: Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN). b: Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Uberlândia – MG (CCPIU). c: Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG (EEP). As setas indicam as posições dos transectos na menor distância entre eles. Escala: 1.000 m. Fonte: Google Earth.

2 – Coleta de dados

2.1 – Espécies vegetais: composição, similaridade, distribuição e néctar

As trilhas em cada transecto foram percorridas quinzenalmente para a avaliação das espécies vegetais que oferecem néctar como recurso floral aos beija-flores. Foram feitas marcações a cada 10 m na trilha de maneira a dividir os transectos em parcelas de 10 x 8 m para avaliar o padrão de distribuição dos indivíduos e flores dentro do transecto.

A cada dia que os transectos foram percorridos, 27 datas em cada área, foram anotadas as espécies utilizadas por beija-flores. Foram inclusas no estudo, todas as flores potencialmente utilizadas pelos beija-flores para consumo de néctar, tendo elas características ornitófilas ou não. Os critérios utilizados para inclusão das espécies foi a observação direta de visitas pelos beija-flores em campo ou relatos de outros observadores e da literatura. Espécies vegetais cujas flores não produzem néctar, mas que porventura foram visitadas por algum beija-flor, não foram consideradas para este estudo.

As plantas foram identificadas diretamente no campo. Devido à facilidade de identificação, não foram coletados exemplares testemunha inicialmente, mas coletas específicas para este fim estão sendo feitas na medida do possível para depósito no *Herbarium Uberlandense* (HUFU). As plantas foram classificadas quanto ao hábito, coloração predominante da flor ou unidade de atração (Barbosa & Sazima 2008) (cores claras próximas ao branco, como esverdeado e creme, foram classificadas como branca), forma da corola e síndrome morfológica de polinização (*sensu* Faegri & van der Pijl 1979). Ainda foram verificados o padrão e frequência de floração das espécies vegetais.

As amostragens foram feitas nos dois transectos de cada área no mesmo dia ou em dias consecutivos, de maio de 2009 a maio de 2010. Os indivíduos de cada espécie foram contados dentro de cada parcela do transecto e tiveram quantificadas as flores produzidas por cada um. Indivíduos arbóreos de grande porte (acima de 3 m de altura) e com grande quantidade de flores distribuídas por toda a copa tiveram a quantidade total de flores estimada devido à dificuldade de contagem exata. Esta estimativa foi feita contando-se as flores de uma parte da planta (ramos ou porções da copa) e

multiplicando-se pelas demais partes em flor. As áreas e os seus transectos foram comparados quanto à composição das espécies utilizadas pelos beija-flores através do coeficiente de Sørensen (Brower & Zar 1984).

Um dos transectos do Panga já havia sido marcado e estudado (por mim mesma) quanto às espécies vegetais utilizadas por beija-flores no período de maio de 2007 a maio de 2008 como parte do projeto “Biologia floral e teias de interações entre plantas e polinizadores no Bioma Cerrado” (ref. CRA 1689-06/FAPEMIG). Os dados coletados em tal estudo foram utilizados para comparação da distribuição temporal das espécies naquele transecto. Esta comparação foi feita em relação às espécies floridas nos dois períodos, e também foi feita uma correlação entre as quantidades de energia ofertada pelo transecto nos dois períodos de estudo. Os dados de observações de beija-flores também foram utilizados para complementar as análises de interações entre eles e as plantas.

O padrão de distribuição espacial de recursos florais (indivíduos e flores) foi analisado para as 125 parcelas de 10 x 8 m de cada transecto. Foi assim calculado o índice de dispersão (Variância/Média) de plantas e flores em cada data. Estes índices foram testados com Qui-quadrado para determinar se a distribuição era significativamente agrupada (contagiosa).

O volume de néctar das espécies foi medido por meio de capilares de vidro graduados (10 e 20 µl) em flores previamente ensacadas, e suas concentrações em equivalentes de sacarose foram determinadas com refratômetro de mão Eclipse® Bellingham Stanley – UK, Brix 0 – 50%. As medidas de néctar feitas para este estudo foram tomadas no final da manhã, entre 10:30 e 11:30 h. Algumas espécies cujas flores têm antese noturna, e que são visitadas por morcegos e mariposas, tiveram as medidas do néctar feitas em flores não ensacadas, no início da manhã (7:30 h), para determinação de néctar residual, ou seja, aquela quantidade disponível aos beija-flores durante o dia. Quando o néctar apresentou valores de concentração acima de 50% (limite do refratômetro), o volume coletado foi diluído em igual quantidade de água e a medida de concentração obtida foi depois multiplicada por dois para determinação do valor total da amostra (Galetto e Bernardello 2005). Os dados de concentração de açúcares no néctar (em Brix) foram convertidos em miligramas de açúcar/µl de solução através da fórmula $y = 0,00226 + (0,00937 \cdot x) + (0,0000585 \cdot x^2)$ onde y= massa de açúcar em miligramas e x= concentração de açúcares no néctar. As quantidades de açúcares de

cada espécie de planta foram convertidas então em calorias, sendo que 1 mg de açúcar é igual a 4 cal (16,8 joule) para estimar a quantidade de energia disponibilizada aos beija-flores (Galetto e Bernardello 2005). Para algumas espécies, os dados de volume e concentração de néctar foram compilados da literatura, preferencialmente de estudos realizados nas mesmas áreas. Dados de energia por flor para cada espécie foram multiplicados pelo número de flores abertas daquela espécie por dia de observação para estimar a oferta energética total para cada transecto e área, ao longo de todo o período de estudo.

O coeficiente de correlação de Pearson foi calculado para avaliar se havia correlação entre as quantidades de energia disponibilizada ao longo do período de estudo nos transectos e áreas (Sokal & Rohlf 1981).

2.2 – Beija-flores

Para a determinação das espécies de beija-flores ocorrentes nas áreas de estudo foram feitas observações nos transectos demarcados e nas suas proximidades. Os registros ocorreram durante o percurso das trilhas com auxílio de binóculos e com registros fotográficos quando possível. Como os registros foram feitos durante o percurso nas trilhas, o número de horas de observação não pode ser contabilizado. A identificação dos beija-flores foi feita por meio de literatura (Grantsau 1989, Sigrist 2009) e auxílio de especialistas. Os dados de tamanho corporal e de bico dos beija-flores observados também foram extraídos da literatura (Grantsau 1989).

Foram registradas as espécies de beija-flores e as espécies de plantas que eles visitaram. Também foram observados os horários de visita e as interações agonísticas entre os beija-flores. Para algumas análises como horários de visitas, espécies de plantas visitadas e interações agonísticas, foram somados os dados obtidos nos dois períodos de trabalho (2007-08 e 2009-10). Para efeitos de registros de espécies, não foi considerado o dimorfismo sexual das mesmas e os beija-flores só foram registrados quando visitavam flores. Foi feita uma análise de correlação de Pearson entre o número de avistamentos de beija-flores e a quantidade de energia disponibilizada para cada transecto e área (Sokal & Rohlf 1981).

2.3 – Redes de interações

Com os dados obtidos de espécies de plantas e de beija-flores, foram construídas redes de interações para cada área de estudo e para as três áreas em conjunto. Registros de outros trabalhos feitos nas mesmas áreas de estudo também foram utilizados para a construção de redes mais completas para a região. As redes construídas neste estudo foram de caráter qualitativo, que considera apenas a existência ou não de interações, sem especificar quantas vezes elas ocorreram, não sendo possível, portanto, verificar a abundância e densidade das interações. Isto porque foram utilizados dados de observações registrados na literatura que nem sempre continham o número de interações observadas.

Os gráficos bipartidos são a representação gráfica das redes, onde na coluna da esquerda estão representadas as espécies de plantas e na coluna da direita as espécies de beija-flores, unidas por uma linha que representa a interação onde ela existe (Jordano et al. 2006). Estes gráficos bipartidos foram construídos a partir de matrizes de adjacência com dados de presença e ausência onde as linhas (i) continham as espécies de plantas e as colunas (j) continham as espécies de beija-flores. Os elementos a_{ij} das matrizes eram “1” quando a interação existia e “0” para interação não observada (Bascompte et al. 2003, Jordano et al. 2006). As matrizes de interações foram analisadas quanto ao aninhamento utilizando-se a métrica NODF (*Nestedness metric based on overlap and decreasing fill*) através do programa Aninhado 3.0. Este programa testa, por meio de dois modelos nulos, se a estrutura aninhada das redes é estatisticamente significativa (Guimarães & Guimarães 2006, Almeida-Neto et al. 2008).

A construção dos gráficos bipartidos foi feita utilizando-se o programa Pajek (*Program for Large Network Analysis* – Batagelj & Mrvar 1998). De cada rede também foram descritas as métricas de riqueza de espécies, tamanho e conectância. A riqueza é dada pelo número de espécies que compõem a rede (P + B), o tamanho de uma rede é dado pelo número de interações possíveis dentro da rede, ou seja, o número de espécies de plantas multiplicado pelo número de espécies de beija-flores (P x B). A conectância (C) representa a porcentagem de interações realmente observadas (I) dentro da rede de interações possíveis (P x B), mostrando o nível de generalização das redes, e é dada pela fórmula $C = 100 \cdot (I / P \cdot B)$ (valores multiplicados por 100 para que os resultados fossem apresentados em porcentagem) (Biesmeijer et al. 2005, Jordano et al. 2006).

Foi ainda calculado o índice de importância (I_{ij}) (Murray 2000) para cada espécie vegetal das redes para determinar a importância de cada uma para a assembleia de beija-flores nas redes de interações. O índice de importância é dado pela fórmula $I_{ij} = \sum[(C_{ij}/T_i)/S]$, onde C é o dado binário da interação (0 ou 1) na matriz de adjacência descrita acima, T o número total de espécies de plantas visitadas por cada espécie de visitante e S o número total de espécies visitantes. Este índice varia de zero a um, sendo que quanto mais próximo de um, maior o número de interações na comunidade ou maior o número de interações exclusivas (Murray 2000, Santos et al. 2010).

2.4 – Análises estatísticas

As análises estatísticas referentes ao néctar, como volume, concentração de açúcares e energia, e os testes de correlação (Pearson) foram feitos utilizando-se o programa Bio Estat 5.0 (Ayres et al. 2007). Os testes t de Student e a normalidade dos dados (Kolmogorov-Smirnov) foram calculados através do programa Systat 10.2. Em todas as análises adotou-se o nível de significância de 5 % ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS

1 – Espécies vegetais

1.1 – Caracterização das plantas

Durante o período de estudo, floresceram nas três áreas 26 espécies vegetais cujas flores potencialmente oferecem néctar como recurso alimentar aos beija-flores. Estas espécies estão distribuídas em 12 famílias e 21 gêneros (Tabela 1). As famílias com maior riqueza de espécies foram Vochysiaceae com seis espécies (23,1%), Bignoniaceae com cinco (19,2%) e Fabaceae com quatro (15,4%). Bromeliaceae e Rubiaceae foram representadas por duas espécies cada, e as demais famílias menos representativas, por uma única espécie cada (figura 2). *Qualea* foi o único gênero representado por três espécies, os gêneros *Bauhinia*, *Palicourea* e *Vochysia* por duas espécies e os demais gêneros por apenas uma espécie.

Entre as espécies registradas foram relacionadas sete cores de corolas das flores. Predominaram as flores de coloração amarela com nove espécies (34,6%), seguida pelas de coloração branca com sete (26,9%). Três espécies apresentaram flores com corola vermelha e três roxas (11,5% cada), duas espécies corola laranja (7,7%), e apenas uma azul e uma lilás (3,9% cada) (figura 3). Cinco tipos florais foram registrados para as espécies estudadas. Os tipos goela e estandarte foram os mais frequentes (oito spp. – 30,8% cada), a forma tubular (cinco spp. – 19,2%), pincel (três spp. – 11,5%) e taça (duas spp. – 7,7%). Quanto ao hábito, a maioria das espécies (12 – 46,1 %) apresentou porte arbóreo, oito espécies apresentaram hábito subarbustivo (30,8%) e cinco espécies foram herbáceas (19,2%). Apenas uma espécie (3,9%) apresentou hábito arbustivo (tabela 1).

Tabela 1. Características florais das espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG.

Família Espécie	Cor da corola	Tipo floral ^a	Hábito	Padrão/ frequência floração ^b	Síndrome ^a	Volume do néctar (μ l) $\bar{X} \pm DP$	Concentração de açúcares no néctar (%) $\bar{X} \pm DP$	Açúcar/ flor (mg)	Energia/ flor (Cal)	Nº registro HUFU
Alstroemeriaceae										
<i>Alstroemeria</i> sp*	Laranja	Tubo	Erva	Anual/ Intermediária	Ornitófila	-	-	-	-	-
Bignoniaceae										
<i>Adenocalymma campicola</i> (Pilg.) L. Lohmann	Amarela	Goela	Subarbusto	Anual/ Intermediária	Melítófila	$17,37 \pm 4,76$ (n=24) ¹	$20,30 \pm 2,54$ (n=24) ¹	3,76	15,04	55499
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	Amarela	Goela	Árvore	Anual/ Intermediária	Melítófila	$13,00^2$	$30,6^2$	4,47	17,88	55502
<i>Jacaranda rufa</i> Manso	Roxa	Goela	Subarbusto	Anual/ Intermediária	Melítófila	$34,41 \pm 11,42$ (n=9) ¹	$25,39 \pm 1,75$ (n=9) ¹	9,56	38,24	
<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S.Moore	Amarela	Goela	Árvore	Anual/ Intermediária	Melítófila	$8,30 \pm 2,40$ (n=21) ³	$24,00 \pm 3,70$ (n=21) ³	2,16	8,64	55500
<i>Zeyheria montana</i> Mart. *	Amarela	Goela	Subarbusto	Anual/ Intermediária	Ornitófila	$16,60 \pm 15,30$ (n=17) ³	$19,40 \pm 4,50$ (n=17) ³	3,42	13,68	
Bromeliaceae										
<i>Ananas ananassoides</i> (Baker) L.B.Sm.*	Lilás	Tubo	Erva	Anual/ Intermediária	Ornitófila	$35,80 \pm 15,70$ (n=19) ³	$27,80 \pm 2,40$ (n=19) ³	11,02	44,08	
<i>Dyckia leptostachya</i> Baker*	Laranja	Tubo	Erva	Anual/ Intermediária	Ornitófila	$12,60 \pm 5,70$ (n=20) ³	$28,30 \pm 9,20$ (n=20) ³	3,96	15,84	
Bombacaceae										
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	Branca	Taça	Árvore	Anual/ Intermediária	Melítófila	$48,00$ (n=5) ⁴	$28,00$ (n=5) ⁴	14,90	59,60	
Caryocaraceae										
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	Branca	Pincel	Árvore	Anual/ Intermediária	Quiropterófila	$38,94 \pm 49,40^R$ (n=3)	$30,75 \pm 9,07$ (n=3)	13,46	53,84	
Fabaceae										
<i>Bauhinia brevipes</i> Vogel	Branca	Pincel	Subarbusto	Anual/ Intermediária	Quiropterófila	$35,71 \pm 22,24^R$ (n=11)	$14,32 \pm 2,68$ (n=11)	5,30	21,20	
<i>Bauhinia unguifolia</i> L.	Branca	Pincel	Subarbusto	Anual/ Intermediária	Quiropterófila	$10,67 \pm 3,33$ (n=6) ³	$13,80 \pm 2,60$ (n=6) ³	1,52	6,08	
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	Roxa	Estandarte	Árvore	Anual/	Melítófila	$7,95 \pm 5,13$	$23,90 \pm 1,49$	2,06	8,24	

<i>Camptosema coriaceum</i> Benth.*	Vermelha	Estandarte	Erva	Intermediária Anual/ Estendida	Ornitófila	(N=5) $7,10 \pm 3,40$ (n=15) ³	(n=5) $26,30 \pm 5,60$ (n=15) ³	2,05	8,20
Lamiaceae									
<i>Hypenia cf. macrantha</i> (Benth.) Harley*	Vermelha	Goela	Erva	Anual/ Estendida	Ornitófila	$2,37 \pm 0,95$ (n= 4)	$15,00 \pm 4,08$ (n= 4)	0,04	0,16
Orobanchaceae									
<i>Esterhazyia splendida</i> Mikan*	Vermelha	Goela	Subarbusto	Anual/ Intermediária	Ornitófila	$30,92 \pm 7,99$ (n= 20) ⁵	$23,67 \pm 5,72$ (n= 20) ⁵	7,94	31,76
Rubiaceae									
<i>Palicourea coriacea</i> Schum.*	Amarela	Tubo	Subarbusto	Anual/ Estendida	Ornitófila	$1,96 \pm 0,81$ (n= 53) ⁶	$24,67 \pm 3,08$ (n= 53) ⁶	0,53	2,12
<i>Palicourea rigida</i> H. B. & K.*	Amarela	Tubo	Arbusto/ Arvoreta	Anual/ Estendida	Ornitófila	$8,82 \pm 3,46$ (n= 200) ⁷	$20,97 \pm 2,39$ (n= 200) ⁷	1,98	7,92
Styracaceae									
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Branca	Taça	Árvore	Anual/ Estendida	Melítófila	$3,13 \pm 2,01$ (n= 6)	$59,00 \pm 12,44$ (n= 8)	2,37	9,48
Verbenaceae									
<i>Stachytarpheta gesnerioides</i> Cham.	Azul	Goela	Subarbusto	Anual/ Intermediária	Psicófila	$12,60 \pm 7,20$ (n= 15) ⁸	$13,80 \pm 3,00$ (n= 15) ⁸	1,80	7,20
Vochysiaceae									
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Amarela	Estandarte	Árvore	Anual/ Intermediária	Esfingófila	$14,72 \pm 2,62$ (n= 12)	$27,08 \pm 2,24$ (n= 12)	4,40	17,60
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	Branca	Estandarte	Árvore	Anual/ Estendida	Melítófila	$12,50 \pm 9,60$ (n= 10) ⁸	$24,40 \pm 7,50$ (n= 10) ⁸	3,32	13,28
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Roxa	Estandarte	Árvore	Anual/ Intermediária	Melítófila	$3,22 \pm 0,0$ (n=2)	$42,50 \pm 0,71$ (n= 2)	1,63	6,52
<i>Salvertia convallariaceaodora</i> A. St. Hil.	Branca	Estandarte	Árvore	Anual/ Intermediária	Esfingófila	$2,97 \pm 3,38^R$ (n= 3)	$24,58 \pm 4,57$ (n= 6)	0,80	3,20
<i>Vochysia cinnamomea</i> Pohl.	Amarela	Estandarte	Árvore	Anual/ Intermediária	Melítófila	$6,70 \pm 0,75$ (n= 10) ⁹	$36,50 \pm 2,00$ (n= 10) ⁹	2,83	11,32
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	Amarela	Estandarte	Árvore	Anual/ Intermediária	Melítófila	7,5 (n= 1) ³	30,00 (n= 1) ³	2,52	10,08

* Espécies ornitófilas. a: *sensu* Faegri & van der Pijl 1979. b: *sensu* Newstrom et al. 1994. R: medidas de néctar residual. 1: Sampaio 2010. 2: Barros 2001. 3: Araújo 2010. 4: Oliveira 1991. 5: Ferreira et al. (em preparação). 6: Consolaro 2008. 7: Oliveira 1998. 8: Santos et al. 1997.

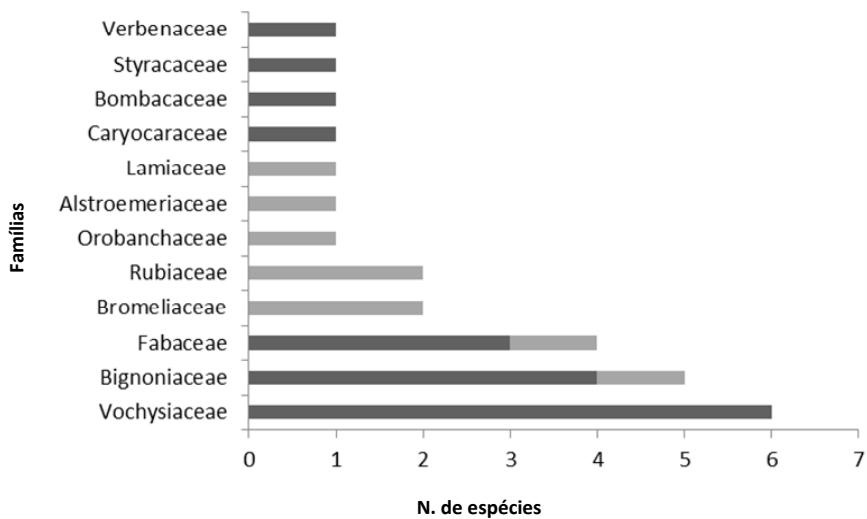


Figura 2. Número de espécies por família das plantas visitadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. Barras pretas: espécies não ornitófilas, barras cinza: espécies ornitófilas.

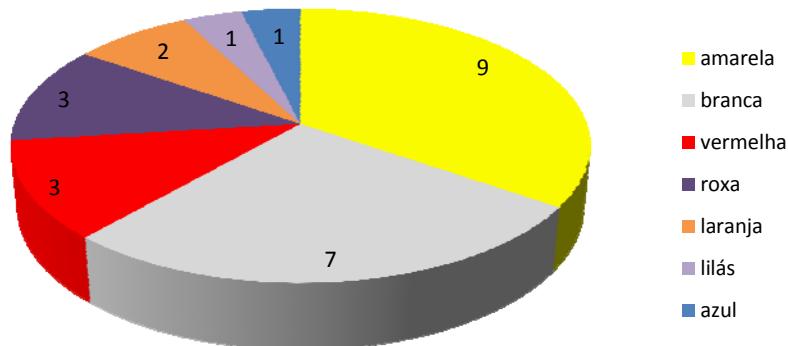


Figura 3. Cores das corolas das flores apresentadas pelas espécies potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG.

1.1.1 – Espécies ornitófilas

Dentre as 26 espécies registradas no estudo para as três áreas, nove (34,6 %) apresentam características típicas da síndrome de ornitofilia (*sensu* Faegri & van der Pijl 1979) (figura 4). Das demais espécies registradas no estudo, 11 foram melitófilas, três quiropterófilas, duas esfingófilas e uma psicófila (Figura 5, Tabela 1). Das famílias às quais pertencem as espécies tipicamente ornitófilas, Bromeliaceae e Rubiaceae foram as mais representativas com duas espécies cada. As famílias Alstroemeriaceae, Bignoniaceae, Fabaceae, Lamiaceae e Orobanchaceae foram representadas por uma espécie cada (tabela 1, figura 2). Quanto à coloração das espécies ornitófilas 33,3% delas apresentaram flores com corola amarela e 33,3% vermelha (três espécies cada), 22,2% apresentaram cor laranja (duas spp.) e 11,1% apresentou cor lilás (uma espécie). *Ananas ananassoides* tem ainda brácteas róseas vistosas e *Palicourea rigida* geralmente tem as hastes das inflorescências variando do laranja ao vinho que auxiliam na atratividade. Algumas espécies têm variações na coloração das flores (ex. *Alstroemeria* sp, *A. ananassoides* e *P. rigida*), para estas considerou-se a cor predominante da corola ou a de maior atratividade aos beija-flores. Com relação à forma da corola das ornitófilas, a maioria (55,5%) se apresentou em forma de tubo (cinco espécies), 33,3% em forma de goela (três) e 11,1% estandarte (uma). E em relação ao hábito das espécies ornitófilas, cinco (55,5%) apresentaram porte herbáceo, três (33,3%) subarbustivo e um (11,1%) arbustivo.



Figura 4. Espécies ornitófilas registradas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: *Hypenia cf. macrantha*, b: *Esterhazyia splendida*, c: *Camptosema coriaceum*, d: *Zeyheria montana*, e: *Palicourea rigida*, f: *P. coriacea*, g: *Dyckia leptostachya*, h: *Alstroemeria* sp., i: *Ananas ananassoides*.



Figura 5. Espécies não ornitófilas potencialmente utilizadas por beija-flores registradas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Pangá (EEP), Uberlândia – MG. a: *Salvertia convallariaeodora*, b: *Styrax ferrugineus*, c: *Caryocar brasiliense*, d: *Bauhinia unguifolia*, e: *Qualea multiflora*, f: *Adenocalymma campicola*, g: *Bowdichia virgilioides*, h: *Stachytarpheta gesnerioides*, i: *Qualea parviflora*.

1.2 – Similaridade entre os transectos e áreas.

A área do PESCAN apresentou 22 espécies vegetais potencialmente utilizadas pelos beija-flores, o Pangá apresentou 19 e o CCPIU 17. Analisando-se os transectos individualmente, o PESCAN apresentou 19 espécies em um dos seus transectos e 15 no outro. O CCPIU apresentou 16 espécies em um transecto e 14 no outro, e o Pangá apresentou 13 em um e 17 no outro (tabela 2). Seis espécies (26,1 %) ocorreram em apenas uma área de estudo. O PESCAN apresentou o maior número de espécies exclusivas (quatro), *Alstroemeria* sp, *Handroanthus ochraceus*, *Hypenia cf. macrantha* e *Palicourea coriacea*. *Jacaranda rufa* só ocorreu na área do CCPIU e *Stachytarpheta gesnerioides* foi registrada somente na área da EEP (tabela 2).

Das 26 espécies registradas no estudo, 12 foram comuns às três áreas, o que corresponde a 46,1 % das espécies. No entanto, somente cinco destas (19,2 %) ocorreram em todos os transectos de todas as áreas estudadas, *Bowdichia virgilioides*, *Palicourea rigida*, *Styrax ferrugineus*, *Qualea grandiflora* e *Vochysia rufa* (tabela 2). A similaridade foi relativamente alta entre as áreas estudadas e também entre os transectos das mesmas. Essa similaridade foi igual entre as áreas do CCPIU e EEP, e entre EEP e PESCAN (78,0%), sendo um pouco maior que entre CCPIU e PESCAN (72,0%). Analisando-se os dois transectos de cada área entre si, os do CCPIU tiveram maior similaridade (87,0%) que os transectos do EEP (73,0%) seguidos dos do PESCAN (71,0%).

O número de espécies tipicamente ornitófilas foi maior na área do PESCAN que apresentou oito das nove espécies registradas em todas as áreas (88,9 %). Tanto o CCPIU quanto a EEP apresentaram quatro espécies com características da síndrome de ornitofilia (44,4 % das ornitófilas) (tabela 2). A similaridade entre as áreas quanto às espécies ornitófilas foi de 50,0 % para comparações feitas entre quaisquer duas áreas. Analisando-se cada área, os transectos do CCPIU tiveram 100,0 % de similaridade quanto às espécies ornitófilas e, tanto os transectos do PESCAN como os da EEP foram 67,0 % similares. A única espécie ornitófila que ocorreu em todas as áreas e transectos foi *P. rigida* (tabela 2).

Tabela 2. Vinte e seis espécies vegetais potencialmente utilizadas por beija-flores como recurso floral e suas ocorrências nas áreas do cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. T: transecto.

Família	ÁREAS					
	PESCAN		CCPIU		PANGA	
	T 1	T 2	T 1	T 2	T 1	T 2
Espécie						
Alstroemeriaceae						
<i>Alstroemeria</i> sp*		X				
Bignoniaceae						
<i>Adenocalymma campicola</i>	X	X	X	X	X	
<i>Handroanthus ochraceous</i>		X				
<i>Jacaranda rufa</i>			X			
<i>Tabebuia aurea</i>	X	X		X	X	
<i>Zeyheria montana</i> *	X				X	
Bromeliaceae						
<i>Ananas ananassoides</i> *			X	X	X	X
<i>Dyckia leptostachya</i> *	X	X			X	
Caryocaraceae						
<i>Caryocar brasiliense</i>	X		X	X	X	X
Fabaceae						
<i>Bauhinia brevipes</i>	X	X	X		X	X
<i>Bauhinia ungulata</i>	X				X	
<i>Bowdichia virgilioides</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Camptosema coriaceum</i> *	X	X	X	X		
Lamiaceae						
<i>Hypenia cf. macrantha</i> *	X					
Malvaceae						
<i>Eriotheca gracilipes</i>			X	X	X	X
Orobanchaceae						
<i>Esterhazyia splendida</i> *	X		X	X		
Rubiaceae						
<i>Palicourea coriacea</i> *	X	X				
<i>Palicourea rigida</i> *	X	X	X	X	X	X
Styracaceae						
<i>Styrax ferrugineus</i>	X	X	X	X	X	X
Verbenaceae						
<i>Stachytarpheta gesnerioides</i>					X	
Vochysiaceae						
<i>Qualea grandiflora</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Qualea multiflora</i>	X	X	X	X		X
<i>Qualea parviflora</i>	X		X	X	X	X
<i>Salvertia convallariaeodora</i>	X					X
<i>Vochysia cinammomea</i>		X	X		X	X
<i>Vochysia rufa</i>	X	X	X	X	X	X

* Espécies ornitófilas.

1.3 – Fenologia

O comportamento fenológico de todas as espécies nas três áreas, durante o estudo, teve padrão de floração anual. A organização das espécies em ordem de mês de início de floração pareceu mostrar um padrão sequencial de floração, embora nenhum teste apropriado tenha sido feito para confirmar este padrão. Quanto à duração da floração, a maioria (76,9%) foi intermediária variando de um a cinco meses, e 23,1% apresentaram duração estendida (tabela 1, figuras 6, 7 e 8), florescendo por seis meses ou mais. Quanto ao padrão e duração de floração das espécies ornitófilas, cinco (55,5 %) espécies tiveram floração anual intermediária e quatro (44,4 %) tiveram floração anual estendida (tabela 1).

A maioria das espécies (50,0%) teve floração apenas na estação seca enquanto que 38,5% floresceram somente durante a estação chuvosa. Apenas três espécies (11,5 %) tiveram eventos de floração durante as duas estações em igual duração, no entanto, somente *Camptosema coriaceum* floresceu abundantemente nas duas estações do ano em todas as áreas e transectos onde ocorreu (figura 6 e 7). *Ananas ananassoides* floresceu entre as estações seca e chuvosa em todos os transectos onde ocorreu (figura 7 e 8) e *Alstroemeria* sp floresceu no período de transição entre as estações chuvosa e seca (figura 6).

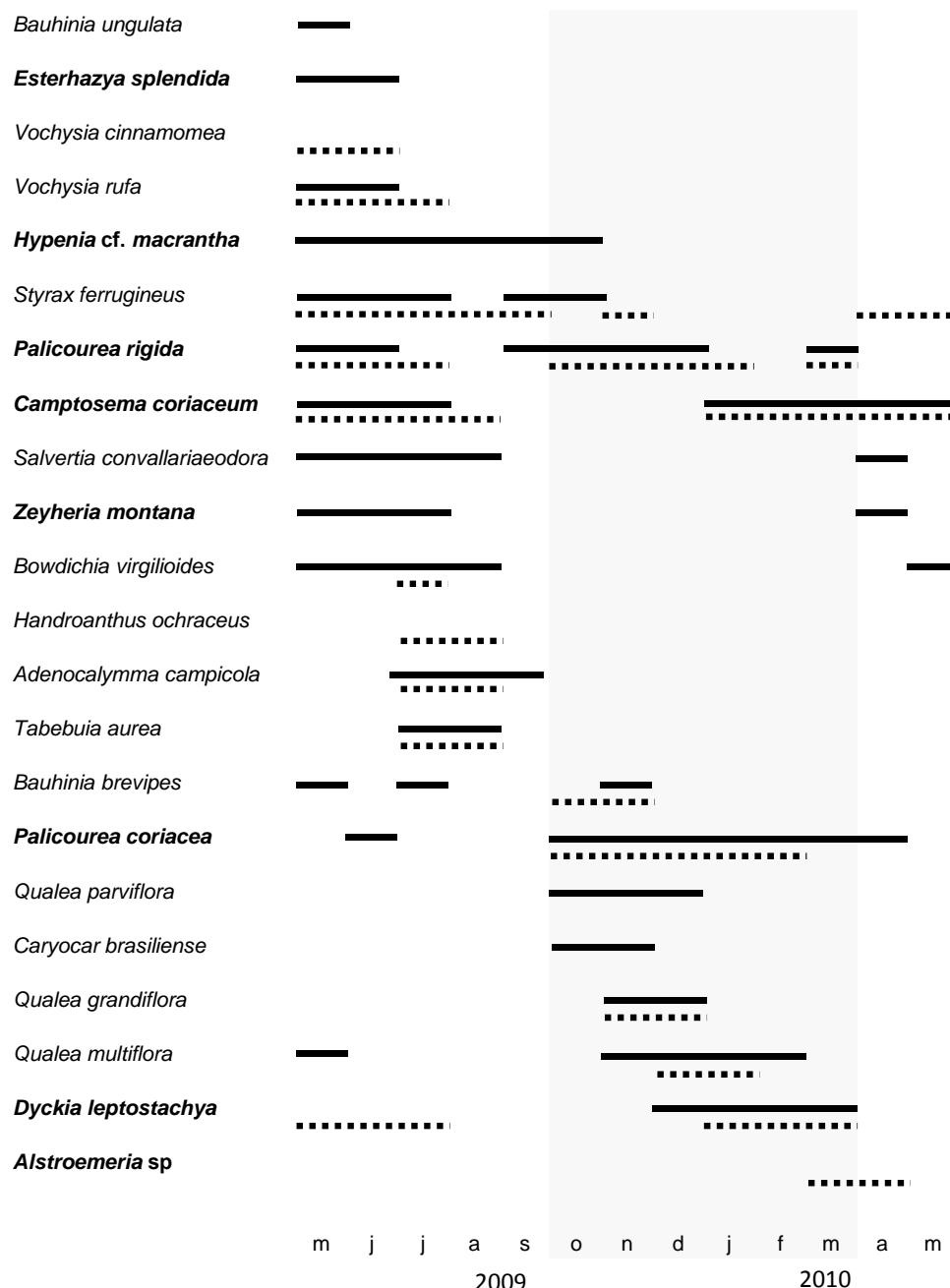


Figura 6. Fenologia de floração das espécies registradas no estudo como potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN). Linhas contínuas: transepto 1 e linhas tracejadas: transepto 2. Negrito: espécies ornitófilas. Faixa sombreada: período chuvoso.

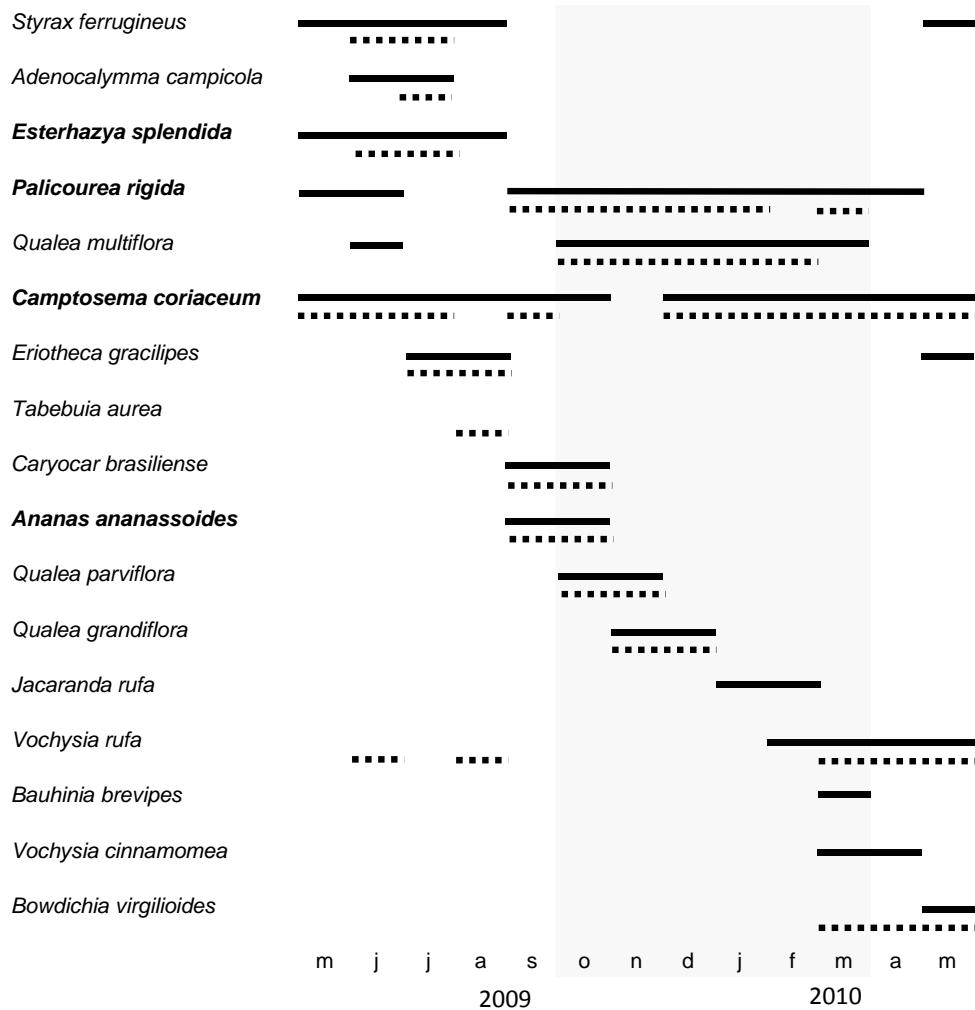


Figura 7. Fenologia de floração das espécies registradas no estudo como potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG. Linhas contínuas: transepto 1 e linhas tracejadas: transepto 2. Negrito: espécies ornitófilas. Faixa sombreada: período chuvoso.

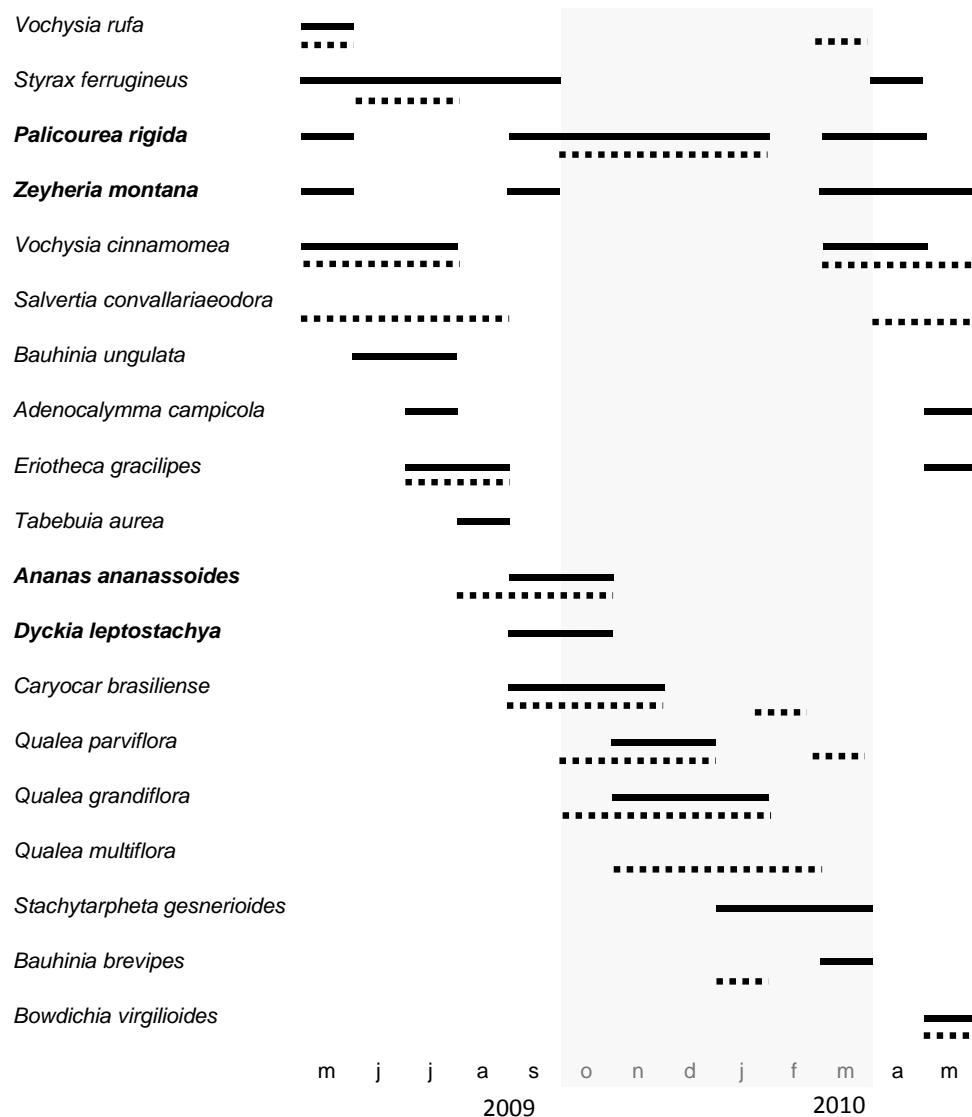


Figura 8. Fenologia de floração das espécies registradas no estudo como potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. Linhas contínuas: transecto 1 e linhas tracejadas: transecto 2. Negrito: espécies ornitófilas. Faixa sombreada: período chuvoso.

Em todos os meses do período de estudo, foram registradas espécies ornitófilas e não ornitófilas florescendo em todas as áreas (figura 9), com uma média de 11,2 espécies florescendo ao mês. O mês de julho de 2009 foi o que apresentou o maior número de espécies florescendo (17 espécies – 65,4 % do total registrado nas três áreas de estudo), seguido pelos meses de junho e maio do mesmo ano, 15 e 14 espécies respectivamente. Já os meses de dezembro e novembro foram os que tiveram menor número de espécies floridas (sete e oito respectivamente), ou seja, menos de um terço do total de espécies. Considerando-se somente as espécies ornitófilas, uma média de 4,85 espécies floresceu ao mês, sendo que o maior número de espécies ornitófilas floresceu durante o mês de junho de 2009 (sete espécies – 77,7 %), e o menor número foi observado no mês de novembro (duas espécies – 22,2%). Na maioria dos meses estudados, o número de espécies não ornitófilas floridas foi maior que o de espécies ornitófilas. A exceção ocorreu apenas nos meses de setembro e dezembro de 2009 (figura 9).

Quanto às áreas, o número de espécies floridas por mês foi variável. No PESCAN, entre três e 14 espécies floresceram por mês, sendo maio/10 o mês que apresentou o menor número e maio/09, o maior. No Panga, o número de espécies floridas variou de dois (fevereiro/10) a sete por mês (maio/10). No CCPIU estas diferenças não foram tão marcantes ao longo dos meses, pois o número de espécies florescendo por mês variou de quatro a sete, sendo que dois meses tiveram o maior número (junho/09 e março/10) e cinco meses tiveram o mínimo de espécies registrado para a área. O número de espécies florescendo ao mês não variou tanto entre os transectos de cada área, havendo no máximo três espécies floridas em um transecto a mais que no outro no mesmo mês.

A floração não pareceu ser diferenciada entre plantas ornitófilas e não ornitófilas em relação ao período do ano em que floresceram, pois floresceram praticamente durante todo o ano, em todas as áreas (figura 9). Nas áreas do PESCAN e CCPIU em todos os meses do período de estudo tinham espécies ornitófilas florescendo. Somente na área do Panga, em apenas dois meses da estação seca (junho e julho) e em um mês da estação chuvosa (fevereiro) não houve registro de espécies ornitófilas floridas em ambos os transectos (figura 8).

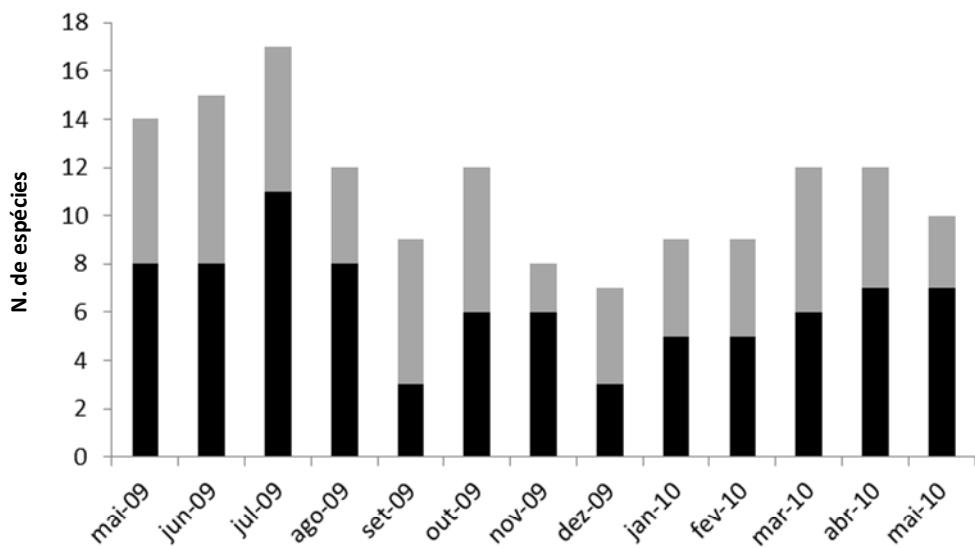


Figura 9. Número de espécies potencialmente utilizadas por beija-flores floridas nos meses de estudo no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. Barras pretas: espécies não ornitófilas, barras cinza: espécies ornitófilas.

O número de indivíduos floridos foi variável ao longo do período de estudo em todas as áreas (zero a 289 indivíduos floridos em um mesmo dia de coleta de dados, em um transecto) (figura 10). Esse maior número encontrado em um único dia de coleta ocorreu em um dos transectos do CCPIU (figura 10 c). De modo geral, um dos transectos da área do Panga foi o que apresentou os menores números de indivíduos florescendo durante os dias de coleta de dados (máximo de 44 indivíduos) (figura 10 e). No PESCAN o número de indivíduos floridos variou de zero a 185 por dia de observação (figura 10 a e b). Embora tenha havido espécies florescendo em todos os meses do período de estudo, em quatro dias de coleta quinzenais de dados não houve registro de nenhum indivíduo em flor. Para a área do CCPIU, a ausência de dados ocorreu em dois dias do período de estudo, sendo que um deles, não houve registro de nenhum indivíduo em flor nos dois transectos, enquanto que no outro a ausência de flores foi registrada em apenas um dos transectos (figura 10 c e d). Nas demais áreas, essa falta de registro de indivíduos floridos ocorreu apenas em um dia durante o estudo, e foi em apenas um dos transectos (figura 10 b e f).

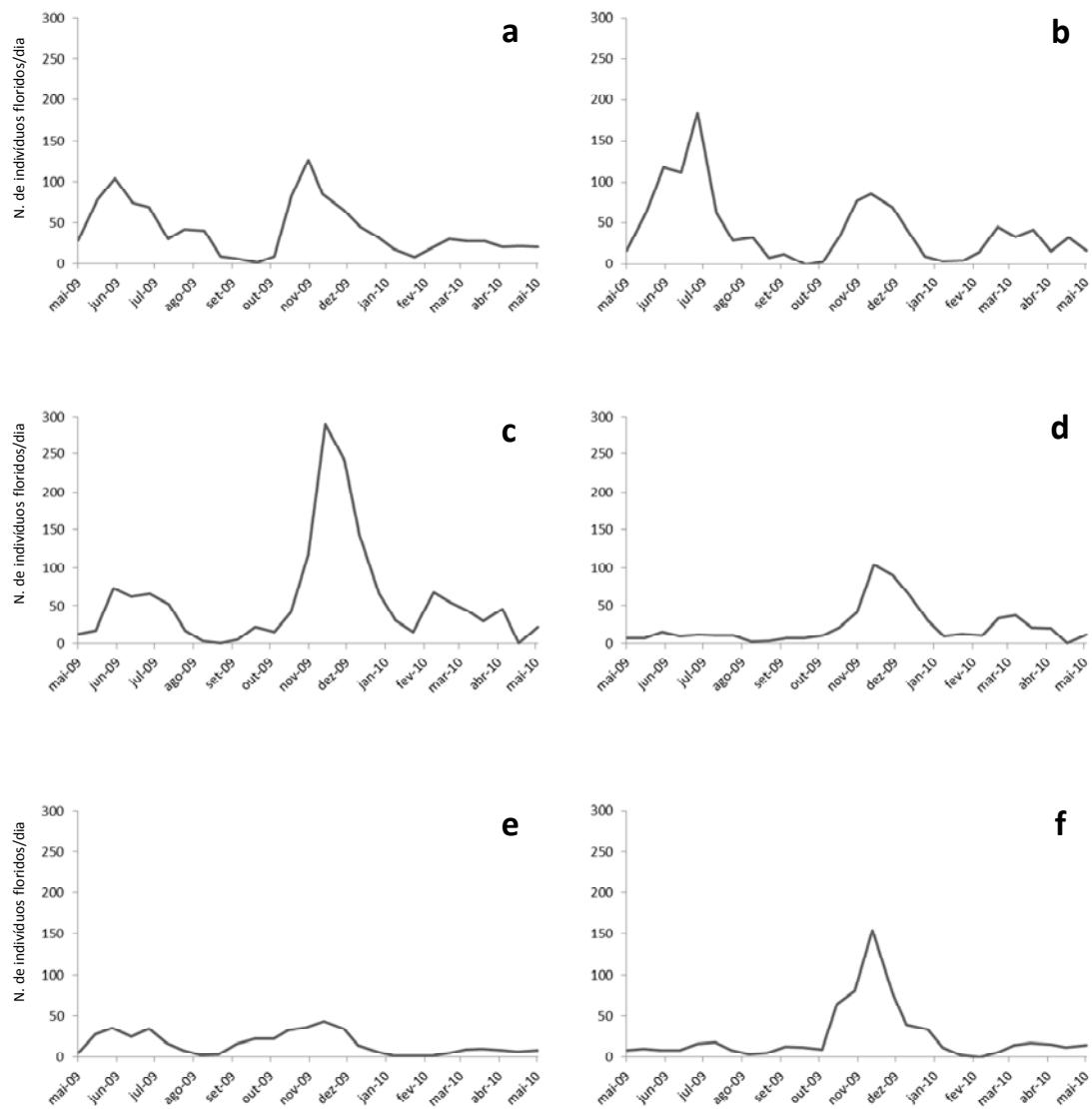


Figura 10. Número de indivíduos floridos das espécies potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos da EEP.

Da mesma forma que para os indivíduos, a distribuição do número de flores foi irregular ao longo dos meses durante o período de estudo em todas as áreas, variando de zero a mais de 6.000 flores abertas por hectare em um único dia de observação (figura 11). A área do PESCAN foi a que apresentou as maiores quantidades de flores produzidas por dia de observação. Foram aproximadamente 6.400 flores em um dia de estudo no mês de julho de 2009 em um dos seus transectos (figura 11 a), enquanto o outro apresentou mais de 3.600 flores em um dia (figura 11 b). Um dos transectos da área do CCPIU foi o que apresentou os menores números de flores produzidas em um dia de estudo, tendo no máximo pouco mais de 1.000 flores abertas (figura 11 d).

Considerando as espécies individualmente, também houve uma grande variação no número de flores produzidas. Por esse motivo, para efeito de organização dos gráficos, as espécies de cada transecto foram divididas em dois grupos, um das espécies que produziram no máximo 200 flores e outro das que produziram mais de 200 flores ao dia (figuras 12, 13 e 14). À exceção dos demais, um dos transectos do Panga teve suas espécies divididas em um grupo com até 100 flores e outro com mais de 100 para melhor visualização das espécies com pequeno número de flores, já que com limite de 200 flores como os outros, ainda ficaria difícil visualizar todas as espécies (figura 14 a e b).

As espécies que produziram o maior número de flores por dia de observação foram *Bowdichia virgilioides*, *Styrax ferrugineus* e *Qualea parviflora*. No transecto do PESCAN que apresentou o maior número de flores, *B. virgilioides* foi responsável pela quase totalidade das flores produzidas nos dias de estudo do mês de julho, o mês que teve a maior produção de flores de todas as áreas (figura 12 b). No outro transecto desta mesma área, a espécie que produziu a maior quantidade de flores foi *S. ferrugineus*, que também foi responsável por quase todas as flores disponíveis nos dias de estudo do mês de junho naquele transecto (figura 12 d). No CCPIU, *Q. parviflora* foi a espécie que produziu o maior número de flores no período de maior disponibilidade destas naquela área em ambos os transectos, embora em um deles, *Palicourea rigida* também tenha tido grande produção de flores no mesmo período, outubro e novembro (figura 13 b e d). *Q. parviflora* também foi a espécie que produziu o maior número de flores em um dos transectos do Panga (figura 14 d), enquanto no outro foi *S. ferrugineus* (figura 14 b). Dentre as espécies ornitófilas, *P. rigida* foi a que apresentou o maior número de flores em todos os transectos e áreas (figuras 12, 13 e 14).

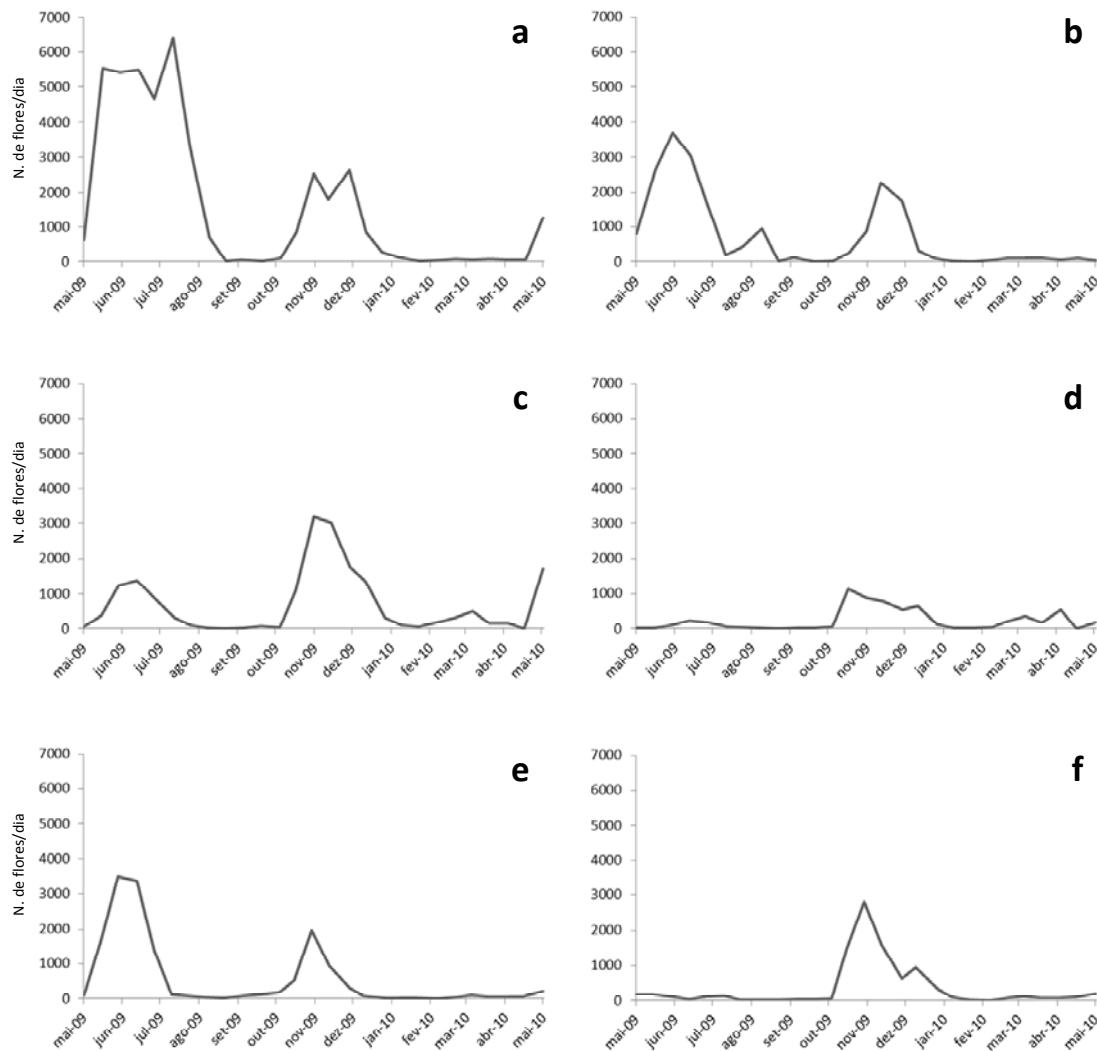


Figura 11. Número total de flores produzidas por todas as espécies potencialmente utilizadas por beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos da EEP.

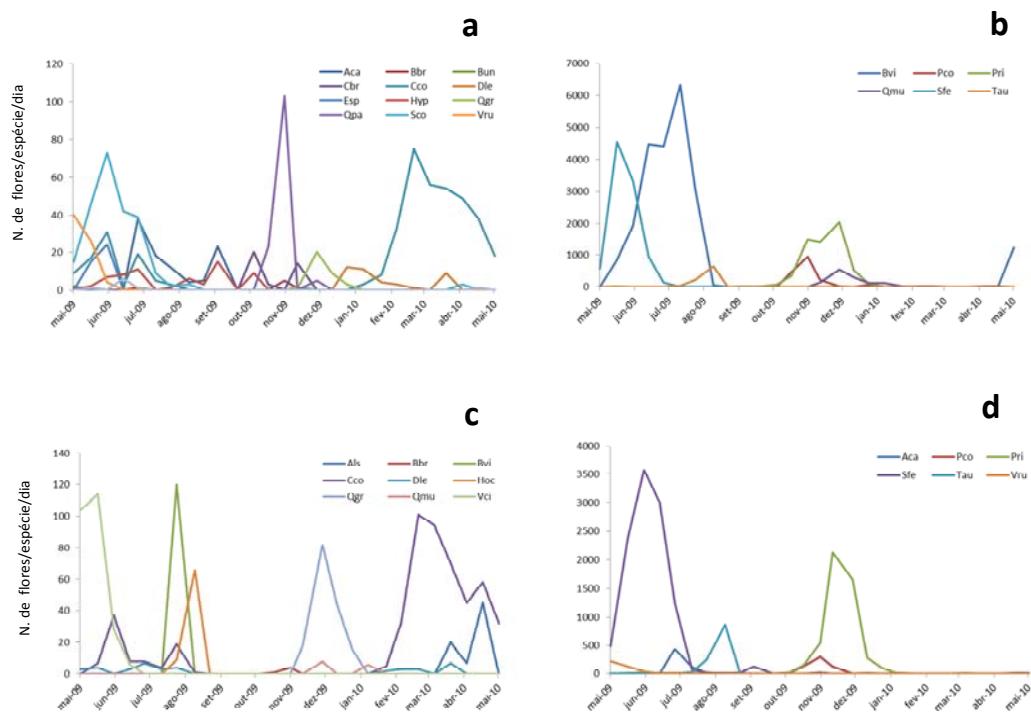


Figura 12. Número total de flores produzidas pelas espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN). a e b: transepto 1, c e d: transepto 2. a e c: até 200 flores, b e d: acima de 200 flores. Aca: *Adenocalymma campicola*, Als: *Alstroemeria* sp., Aan: *Ananas ananassoides*, Bbr: *Bauhinia brevipes*, Bun: *Bauhinia ungulata*, Bvi: *Bowdichia virgilioides*, Cbr: *Caryocar brasiliense*, Cco: *Camptosema coriaceum*, Dle: *Dyckia leptostachya*, Esp: *Esterhazia splendida*, Egr: *Eriotheca gracilipes*, Hyp: *Hypenia cf. macranta*, Hoc: *Handroanthus ochraceus*, Jru: *Jacaranda rufa*, Pco: *Palicourea coriacea*, Pri: *Palicourea rigida*, Qgr: *Qualea grandiflora*, Qmu: *Qualea multiflora*, Qpa: *Qualea parviflora*, Sco: *Salvertia convallariaeodora*, Sfe: *Styrax ferrugineus*, Sge: *Stachytarpheta gesnerioides*, Tau: *Tabebuia aurea*, Vru: *Vochysia rufa*, Vci: *Vochysia cinnamomea*, Zmo: *Zeyheria montana*.

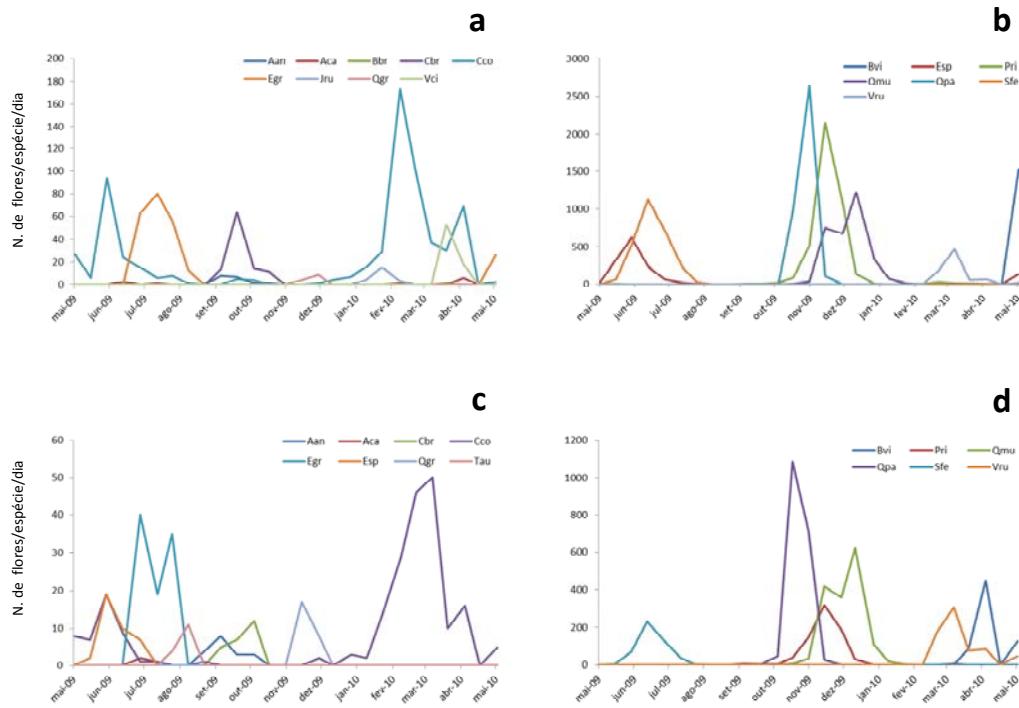


Figura 13. Número total de flores produzidas pelas espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores no cerrado do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG. a e b: transecto 1, c e d: transecto 2. a e c: até 200 flores, b e d: acima de 200 flores. Código das espécies como na figura 12.

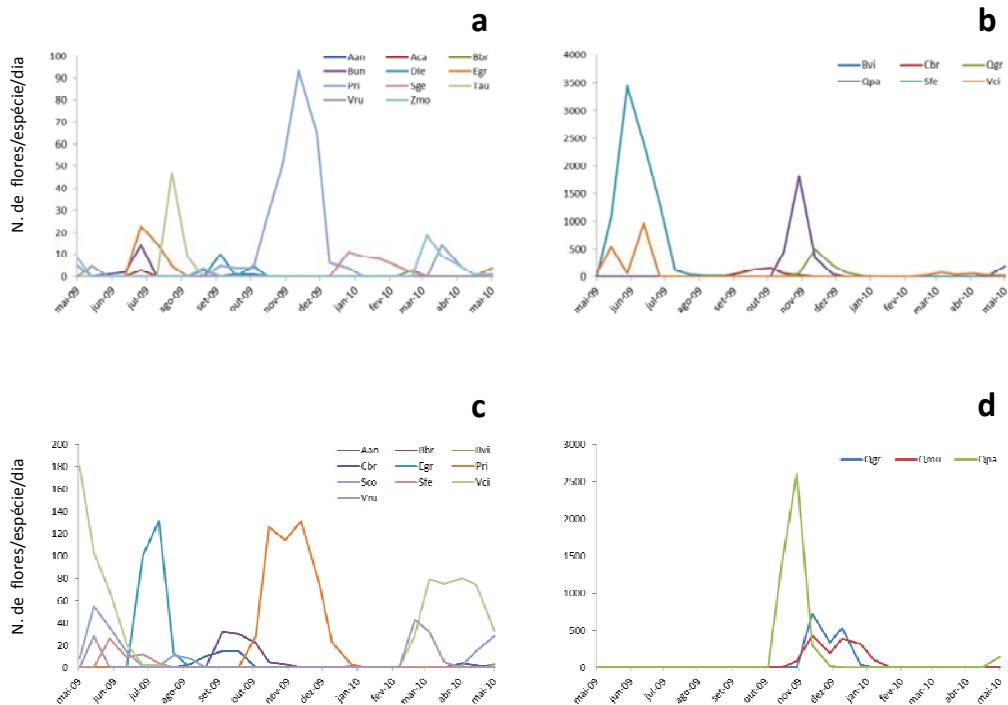


Figura 14. Número total de flores produzidas pelas espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores no cerrado da Estação Ecológica do PANGA (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transecto 1, c e d: transecto 2. a: até 100 flores, b: acima de 100 flores, c: até 200 flores, d: acima de 200 flores. Código das espécies como na figura 12.

1.4 – Néctar e energia

O volume do néctar das espécies registradas variou de $1,96 \pm 0,81 \mu\text{l}$ (média ± desvio padrão) (*Palicourea coriacea*) a $48,00 \mu\text{l}$ (*Eriotheca gracilipes*) resultando em uma média de $15,75 \pm 13,33 \mu\text{l}$ (n=25 spp.). A média de concentração do néctar das mesmas foi de $26,23 \pm 9,62 \%$ (n=25 spp.) variando de 13,80% (*Bauhinia unguifolia* e *Stachytarpheta gesnerioides*) a $59,00 \pm 12,44 \%$ (*Styrax ferrugineus*) (tabela 1). Com relação às espécies ornitófilas, as flores apresentaram volume variando de $1,96 \mu\text{l}$ (*P. coriacea*) a $35,80 \pm 15,70 \mu\text{l}$ (*Ananas ananassoides*), e a concentração variou de $15,00 \pm 4,08 \%$ (*Hypenia cf. macrantha*) a $28,30 \pm 9,20 \%$ (*Dyckia leptostachya*). A guilda ornitófila obteve volume médio de $14,52 \pm 12,66 \mu\text{l}$ e concentração média de $23,26 \pm 4,56 \%$ (n= 8 spp.) (Tabela 1). Analisando-se as espécies não ornitófilas separadamente, estas apresentaram néctar com volume médio de $16,33 \pm 13,97 \mu\text{l}$ e concentração média de $27,58 \pm 11,11 \%$ (n= 17). As médias de volume e concentração não diferiram significativamente entre as espécies ornitófilas e não ornitófilas ($t= 0,311$; $p> 0,05$ para volume e $t= 1,050$; $p> 0,05$ para concentração).

As espécies registradas ofertaram em média $17,25 \pm 15,92$ (n=25) calorias por flor, sendo que esta quantidade variou de 0,16 (*Hypenia cf. macrantha*) a 59,60 calorias (*Eriotheca gracilipes*). Quanto às espécies ornitófilas, a que ofertou a menor quantidade de energia por flor foi *H. cf. macrantha* e a que ofereceu maior quantidade foi *Ananas ananassoides* (44,08 cal) (tabela 1). A média de energia por flor das espécies ornitófilas foi de $15,47 \pm 15,16$ (n=8) e das não ornitófilas foi de $18,08 \pm 16,65$ (n=17), que não diferiram significativamente ($t= 1,38$; $p> 0,05$).

Houve grande variação na oferta de energia pelas flores em todas as áreas ao longo do período de estudo (figura 15). As quantidades variaram de zero a 53 kcal por hectare, em um dia de estudo. De maneira geral, houve dois períodos do ano que disponibilizaram maiores quantidades de energia aos beija-flores, entre os meses de junho e julho, e entre novembro e dezembro. Entre agosto e outubro de 2009 e entre janeiro e maio de 2010, as quantidades de energia disponibilizadas foram relativamente baixas (figura 15).

O PESCAN foi a área que obteve o maior pico de energia disponível aos beija-flores por hectare em um mesmo dia de observação (52,74 kcal), especificamente em julho de 2009 (figura 15 a). O CCPIU foi a área que apresentou as menores quantidades de energia ao longo dos meses, sobretudo em um dos seus transectos. O máximo de

energia disponibilizada por este transecto por dia de observação foi de 8,51 kcal (novembro 2009) (figura 15 d). A área do Panga disponibilizou no máximo 33,88 kcal de energia por hectare por dia de observação (figura 15 e).

Na área do PESCAN, durante os primeiros cinco meses do estudo, a oferta de energia aos beija-flores foi quase totalmente ofertada por espécies não ornitófilas (mais de 97,0 % da energia por dia de observação) em ambos os transectos, inclusive nos meses que apresentaram o pico de oferta de néctar (entre maio e julho/09). As espécies ornitófilas desta área ofereceram quantidades maiores de energia nos meses de novembro e dezembro, sendo que neste período, elas ofertaram a maior parte da energia (mais de 80,0 %) (figura 15 a e b). Na área do CCPIU, nos períodos de maior oferta de energia, sobretudo em um dos transectos, houve grande contribuição das espécies ornitófilas no total da energia disponível aos beija-flores. No transecto com maior quantidade de energia, de 60,0 a 80,0 % desta foram oferecidos por espécies ornitófilas e no outro, cerca de 30,0 % (figuras 15 c e d respectivamente). Na área do Panga a quantidade de energia das espécies ornitófilas foi relativamente pequena quando comparada às outras áreas. Nesta área, o máximo de energia ofertada pelas espécies ornitófilas foi de 1,03 kcal por dia de observação, 4,9 % do total disponível por todas as espécies no mesmo período (figura 15 e e f).

A energia disponibilizada pelos transectos de uma mesma área foi positivamente correlacionada entre si nas áreas do PESCAN ($r= 0,78$; $gl= 25$; $p<< 0,01$) e CCPIU ($r= 0,61$; $gl= 25$; $p<< 0,01$) (figura 16 a e b respectivamente). Isto significa que a variação na quantidade de energia em um transecto foi acompanhada por variação semelhante no outro. Entre os transectos do Panga esta correlação não foi observada ($r= 0,13$; $gl= 25$; $p> 0,05$) (figura 16 c). Também houve correlação positiva entre todas as áreas quando comparadas entre si, sendo maior entre CCPIU e Panga ($r= 0,84$; $gl= 25$; $p<< 0,01$) (figura 16 d) que entre PESCAN e Panga ($r= 0,69$; $gl= 25$; $p<< 0,01$) (figura 14 e) e que entre PESCAN e CCPIU ($r= 0,53$; $gl= 25$; $p< 0,01$) (figura 16 f).

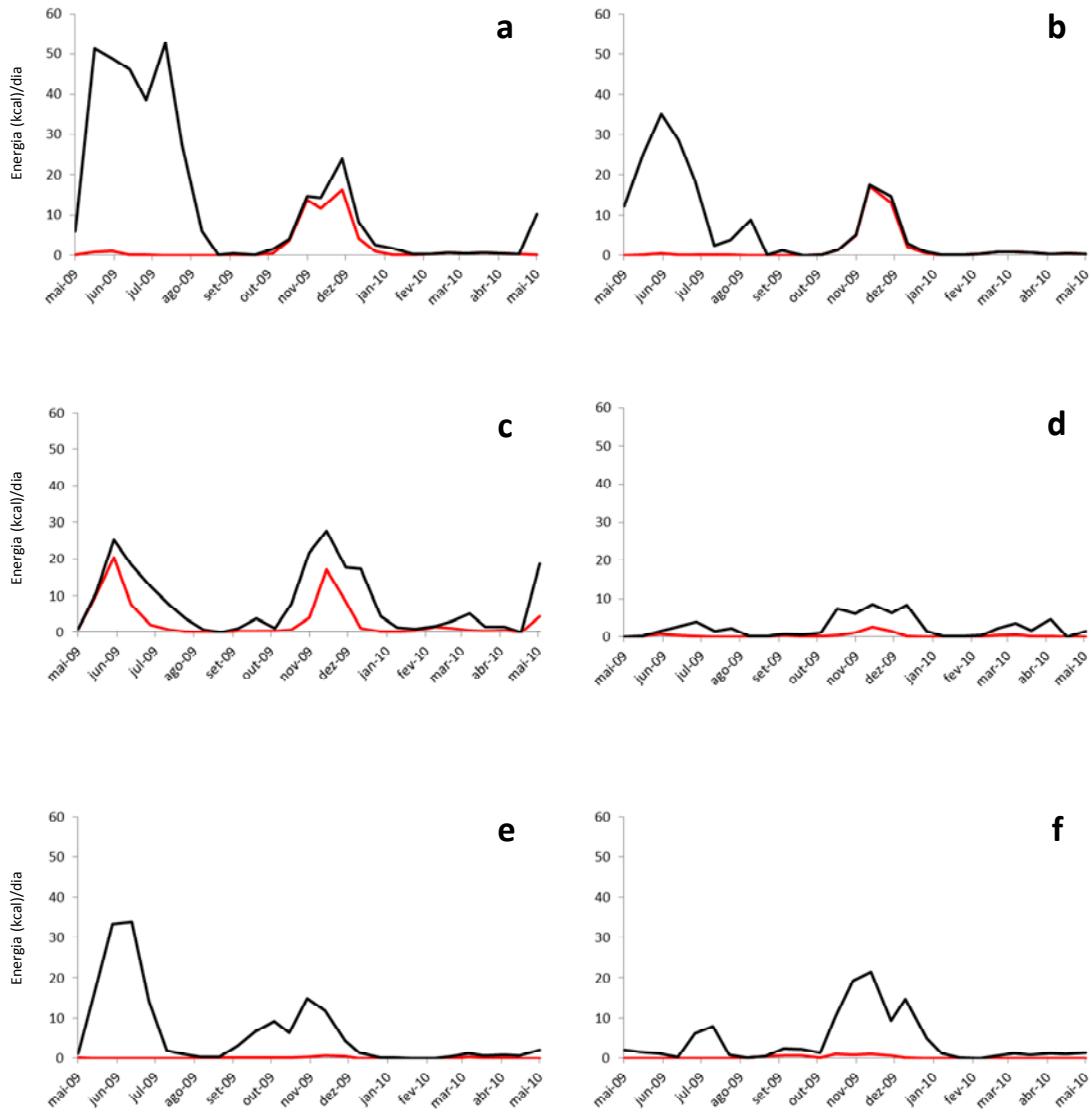


Figura 15. Quantidade de energia (kcal) oferecida por todas as espécies potencialmente utilizadas pelos beija-flores (linhas pretas) e pelas espécies ornitófilas (linhas vermelhas) no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos da EEP.

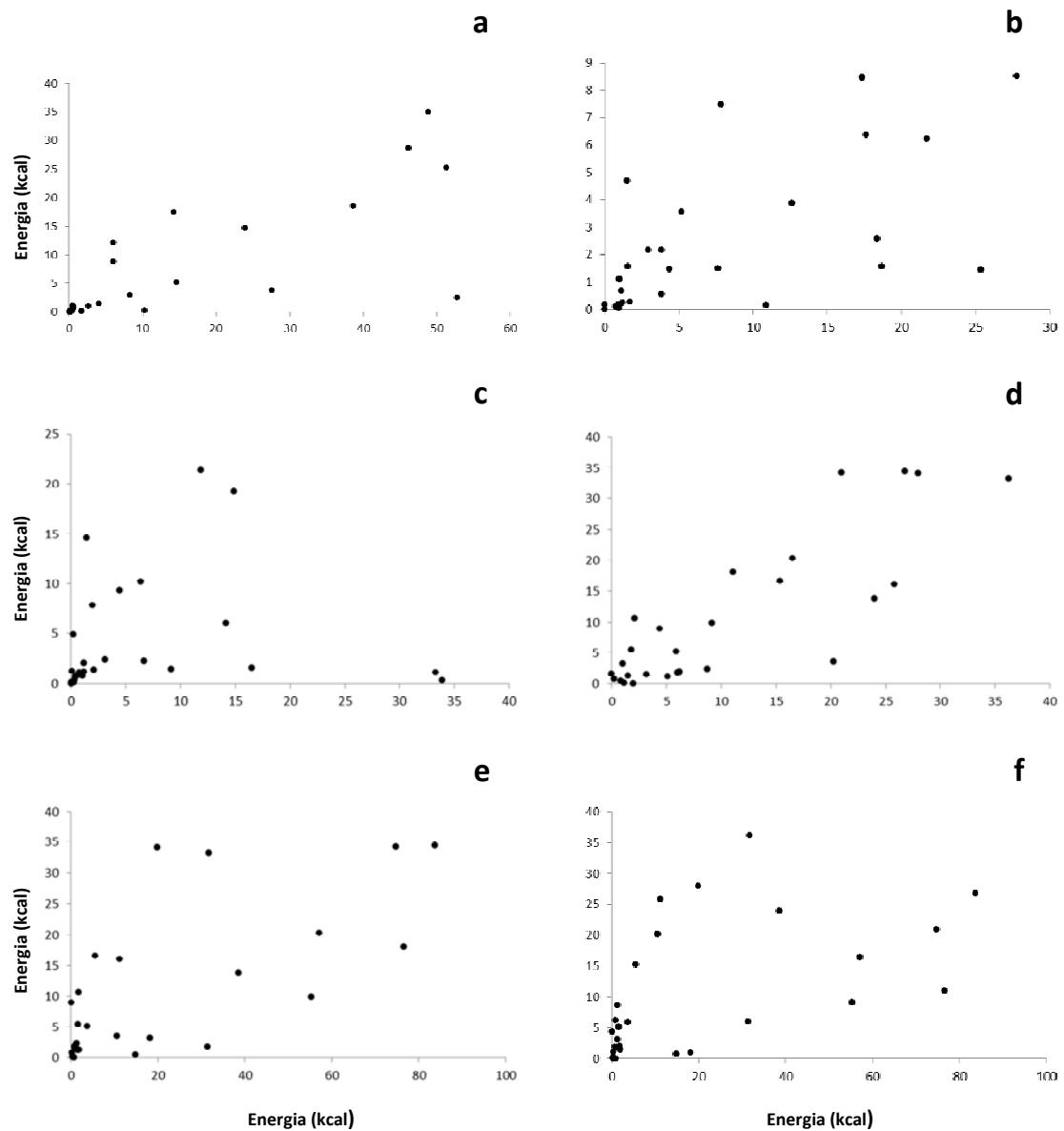


Figura 16: Relação entre as quantidades de energia disponível aos beija-flores entre transectos e entre áreas do cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: transectos do PESCAN, b: transectos do CCPIU, c: transectos da EEP, d: CCPIU x EEP, e: PESCAN x EEP, f: PESCAN x CCPIU.

1.5 – Distribuição dos recursos florais: indivíduos e flores

A distribuição dos recursos ao longo dos transectos se apresentou de maneira agrupada praticamente em todas as áreas e transectos. O índice de dispersão (variância/média) para a quantidade de indivíduos floridos nas parcelas (10 x 8m) ao longo dos transectos foi, na maioria dos dias analisados, maior que um (figura 17 a – d e f). Apenas em um dos transectos do Panga a distribuição não se mostrou agrupada na maior parte do período de estudo, ficando os índices de dispersão em torno de um, demonstrando uma distribuição mais aleatória (figura 17 e). O número de flores presentes nas parcelas ao longo dos transectos da mesma forma se mostrou agrupado com índices de dispersão sempre maiores ou iguais a um (figura 18) (ver tabela dos índices de distribuição nos anexos 1 e 2).

2 – Estudo na Estação Ecológica do Panga (EEP) em 2007-08

No estudo realizado no Panga em 2007-08 foram registradas 21 espécies vegetais utilizadas por beija-flores para consumo de néctar. Duas espécies, *Helicteres sacarolha* A. Juss. (Sterculiaceae) e *Qualea multiflora*, ocorreram nas proximidades do transecto, mas não inclusas nele, e nelas foram feitas observações de visitas por beija-flores. *Vochysia tucanorum* Mart. (Vochysiaceae), embora seja uma espécie típica de mata, também foi utilizada para observações em bordas de mata que faziam limites com o cerrado (s.r.) próximo à trilha. Apenas *Arrabidaea pulchra* (Cham.) Sandwith (Bignoniaceae) e *Amazonia hirta* Benth. (Lamiaceae) foram registradas naquele período e não em 2009-10. Na verdade, *A. hirta* floresceu neste período, mas em nenhum dos dias de trabalho havia flores abertas, sendo possível apenas observar o cálice das flores senescentes que permanecem nas flores após a queda da corola. Duas espécies registradas no Panga em 2009-10 não floresceram em 2007-08, *Ananas ananassoides* e *Vochysia cinnamomea*.

As espécies registradas se distribuíram em 12 famílias e 17 gêneros, e também neste período as famílias mais representativas foram Vochysiaceae (seis espécies distribuídas em três gêneros), Bignoniaceae (quatro spp., quatro gêneros) e Fabaceae (três spp., dois gêneros). As demais famílias foram representadas por apenas uma espécie. Somente quatro espécies apresentaram características da síndrome de ornitofilia (*sensu* Faegri & van der Pijl 1979).

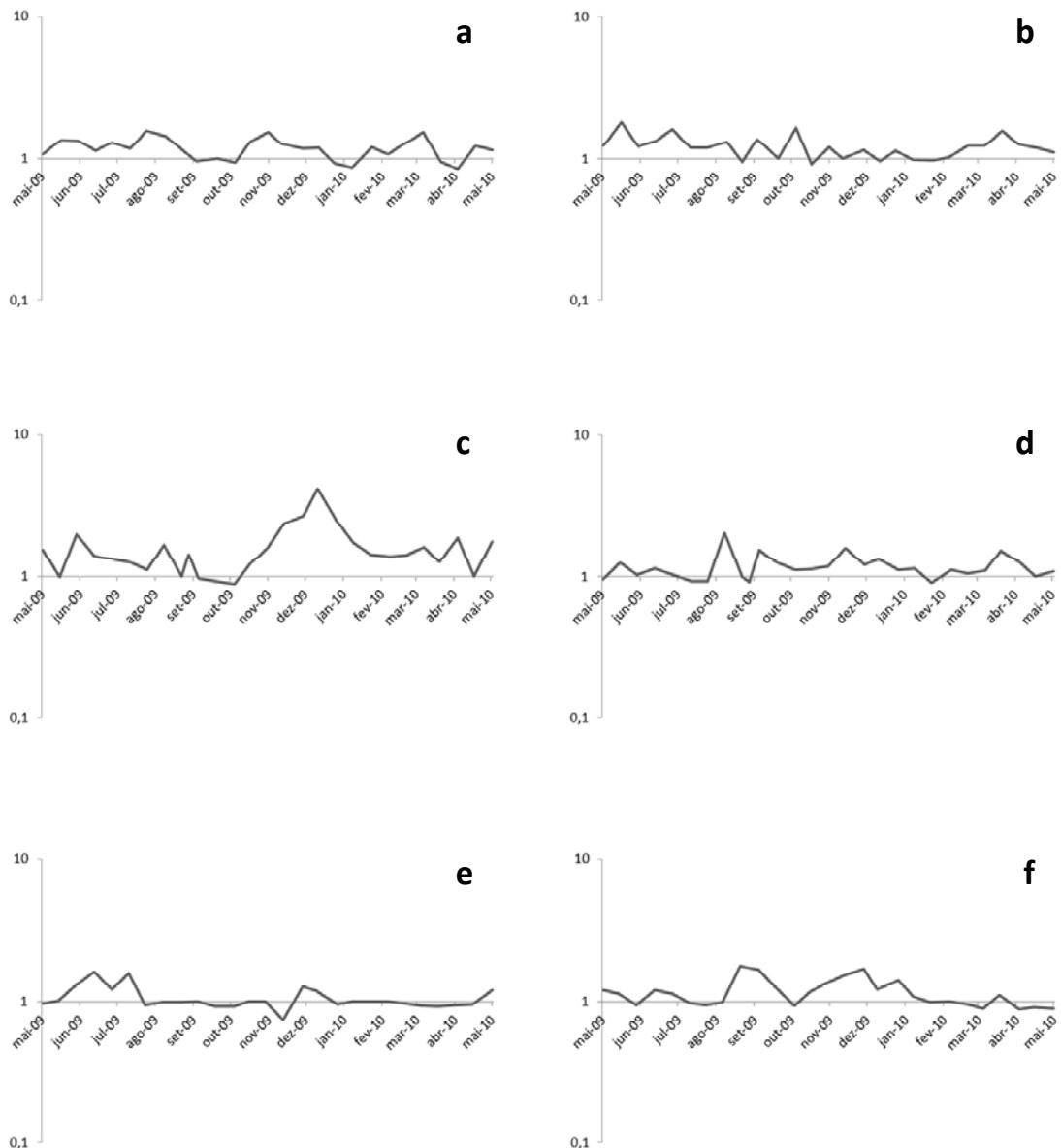


Figura 17. Índices de dispersão (variância/média) do número de indivíduos floridos nas parcelas ao longo dos transectos no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos da EEP. Dados transformados (log).

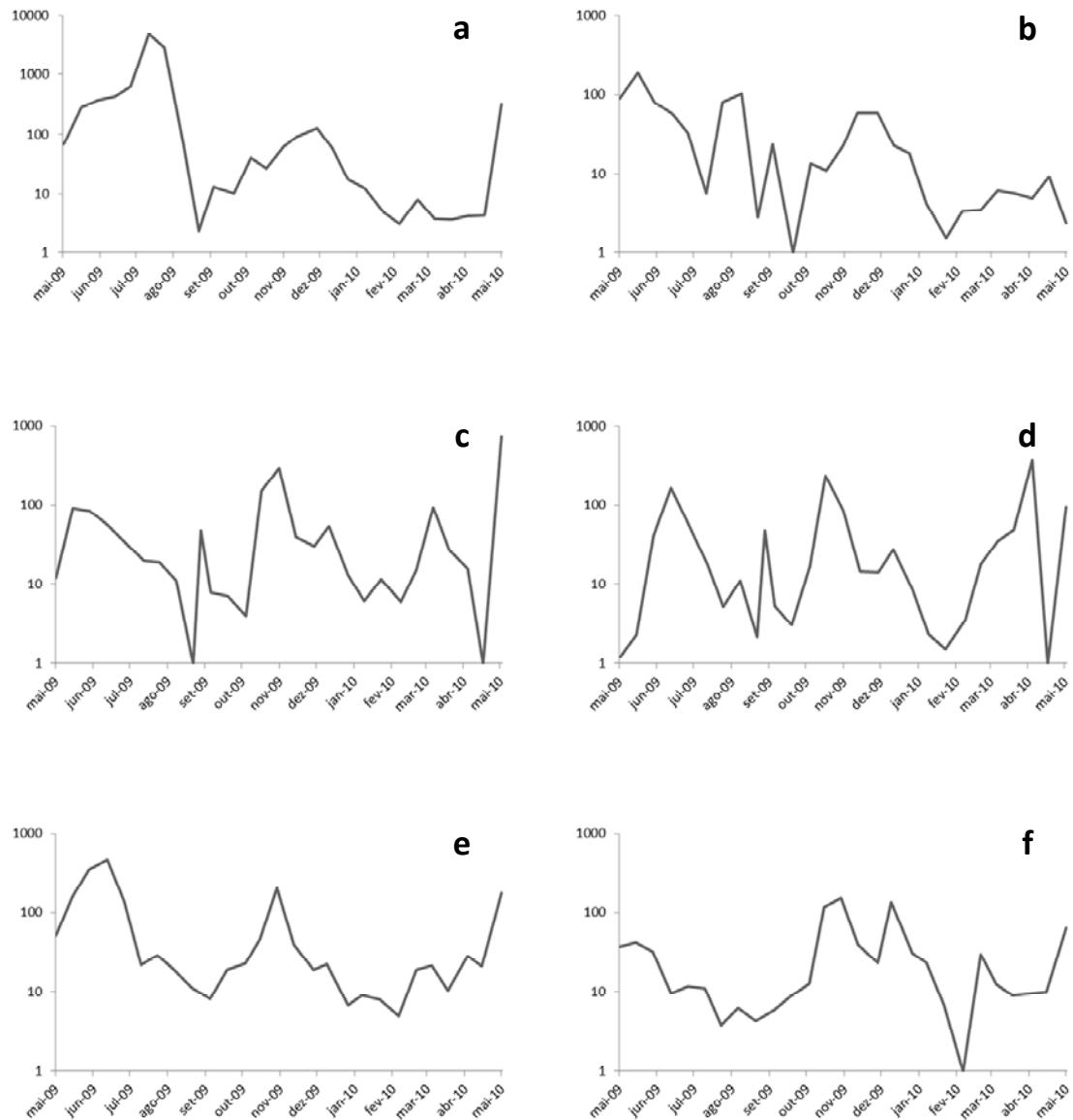


Figura 18. Índices de dispersão (variância/média) do número de flores nas parcelas ao longo dos transectos no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e f: transectos da EEP. Dados transformados (log).

Durante praticamente todo o ano de trabalho foi registrada no transecto pelo menos uma espécie de planta florida com potencial utilização pelos beija-flores. Somente em um dia de coleta de dados, no mês de março, nenhuma flor foi encontrada. Nos meses de junho/07 e janeiro/08 foram encontrados os maiores números de espécies florescendo (de 3 a 6) e no período entre os meses de março e maio/08 somente uma espécie, *Vochysia rufa*, floresceu. A espécie que possuiu maior número de indivíduos florescendo por hectare no transecto foi *Styrax ferrugineus* seguida de *Caryocar brasiliense* e *Qualea grandiflora*.

A energia do néctar disponível aos beija-flores foi avaliada para sete espécies deste estudo. Dentre estas, a que ofereceu maior quantidade de energia por flor foi *Bauhinia brevipes* (21,65 cal/flor). A quantidade de energia total disponibilizada pelo transecto variou de zero a mais de 27 kcal/ha por dia de observação, sendo que houve três períodos ao longo do estudo com maiores ofertas de energia, entre os meses de junho e julho, em setembro e em dezembro de 2007. Estes picos de oferta de energia coincidiram com o período de floração de *Styrax ferrugineus*, *Caryocar brasiliense* e *Qualea grandiflora* respectivamente.

Apesar de poucas espécies terem sido avaliadas quanto à energia disponibilizada por hectare no estudo de 2007-08, houve uma positiva e fraca correlação entre o total de calorias ofertado por hectare entre os dois períodos de estudo ($r= 0,44$; $gl= 25$; $p< 0,05$) (figura 19).

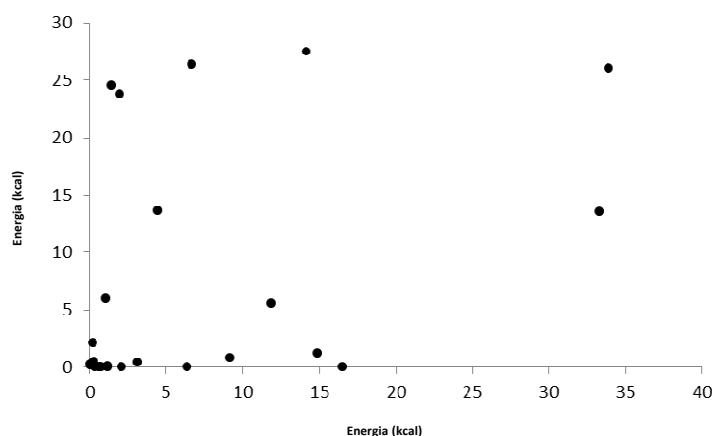


Figura 19. Correlação entre as quantidades de energia ofertada aos beija-flores por uma área (1 ha) de cerrado na Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG nos anos 2007-08 (eixo y) e 2009-10 (eixo x).

3 – Beija-flores

3.1 – Riqueza de espécies de beija-flores

Durante o período de estudo foram registradas nove espécies de beija-flores nas três áreas, todos da subfamília Trochilinae. Todas as visitas de beija-flores observadas foram legítimas. No CCPIU quatro espécies de beija-flores foram avistadas visitando flores, na EEP foram observadas seis espécies e no PESCAN nove. No entanto, para uma análise mais próxima da riqueza de espécies de beija-flores e suas interações na região, foram considerados os registros de outros observadores nas mesmas áreas deste estudo. Sendo assim, obteve-se um total de 13 espécies de beija-flores que foram observadas visitando flores nas três áreas de estudo, um Phaethornithinae e 12 Trochilinae (figuras 20, 21 e 22 e tabela 3). Este número representa 36,1 % das espécies registradas para o Cerrado e 15,7 % das registradas para o Brasil. Para a área do CCPIU foram acrescentadas seis espécies de beija-flores àquelas observadas diretamente, resultando num total de 10 espécies. Para a área do Panga foi acrescentada apenas mais uma espécie de beija-flor, resultando em sete espécies para aquela área. Para a área do PESCAN nenhuma espécie foi acrescentada. Algumas características e a ocorrência destes beija-flores nas áreas de estudo estão listadas na tabela 3 e as observações e autores estão listados na tabela 4.

Quatro espécies de beija-flores foram comuns às três áreas (30,8 % das 13 registradas), *Amazilia fimbriata*, *Chlorostilbon lucidus*, *Colibri serrirostris* e *Eupetomena macroura*. A similaridade quanto às espécies de beija-flores foi maior entre as áreas do PESCAN e Panga (75,0 %) que tiveram seis espécies em comum. Entre CCPIU e PESCAN foi de 63,2 %, também com seis espécies em comum, e as áreas do CCPIU e do Panga tiveram cinco espécies em comum havendo uma similaridade de 58,8 % entre elas (tabela 3).

A média de tamanho corporal das quatro espécies comuns às três áreas foi de $118,50 \pm 30,02$ mm e a média do tamanho do bico foi $21,04 \pm 1,01$ mm. As demais espécies tiveram em média $103,94 \pm 27,23$ mm de tamanho corporal e $20,11 \pm 8,62$ mm de tamanho do bico. Essas diferenças de tamanho, no entanto, não foram significativas ($t= 0,86$; $p> 0,05$ para tamanho do corpo e $t= 0,21$; $p> 0,05$ para tamanho do bico).

O número total de avistamentos de beija-flores nas três áreas durante o período de 2009-10 (81 dias de observações – 27 em cada área) foi 178 (média de 2,18 avistamentos ao dia). No PESCAN foram 72 registros de beija-flores nos 27 dias investigados naquela área (2,66/dia), no CCPIU foram 28 (1,04/dia) e no Panga 78 (2,89/dia). O período entre os meses de maio e julho/09, e entre outubro/09 e dezembro/10 foram os que tiveram maior número de registros de beija-flores, sendo o mês de novembro o que teve o maior número nas três áreas (49) seguido pelo mês de junho (32). Agosto/09 e janeiro/10 foram os meses em que se registrou o menor número de visitas por beija-flores (dois e três registros respectivamente). Os meses de setembro/09 e fevereiro/10 não apresentaram nenhum registro de beija-flores (figura 23).

Os beija-flores *Chlorostilbon lucidus* e *Amazilia fimbriata* foram os que tiveram maiores números de registros de visitas às flores, sendo *A. fimbriata* o mais frequente ao longo do ano. Esta espécie foi observada em todos os meses em que houve registros de visitas por beija-flores. Algumas espécies tiveram períodos restritos de ocorrência como *Chrysolampis mosquitus* e *Lophornis magnificus* que foram vistos apenas no mês de novembro (figura 23). Este mês coincide com o pico de floração de *Palicourea rigida*, única espécie onde se observou visitas destes beija-flores. Novembro teve ainda o maior número de espécies de beija-flores observado, oito das nove registradas. Os meses de agosto/09, janeiro e abril/10 tiveram apenas uma espécie de beija-flor registrada, que foi *A. fimbriata*.

O número de avistamentos de beija-flores nas áreas (2009-10) foi positivamente correlacionado com a disponibilidade de energia destas (figura 24 a – c). Nas áreas do PESCAN ($r= 0,59$; $gl= 25$; $p< 0,05$) e Panga ($r= 0,51$; $gl= 25$; $p< 0,05$) esta correlação foi moderada e na área do CCPIU foi um pouco mais fraca ($r= 0,38$; $gl= 25$; $p< 0,05$).

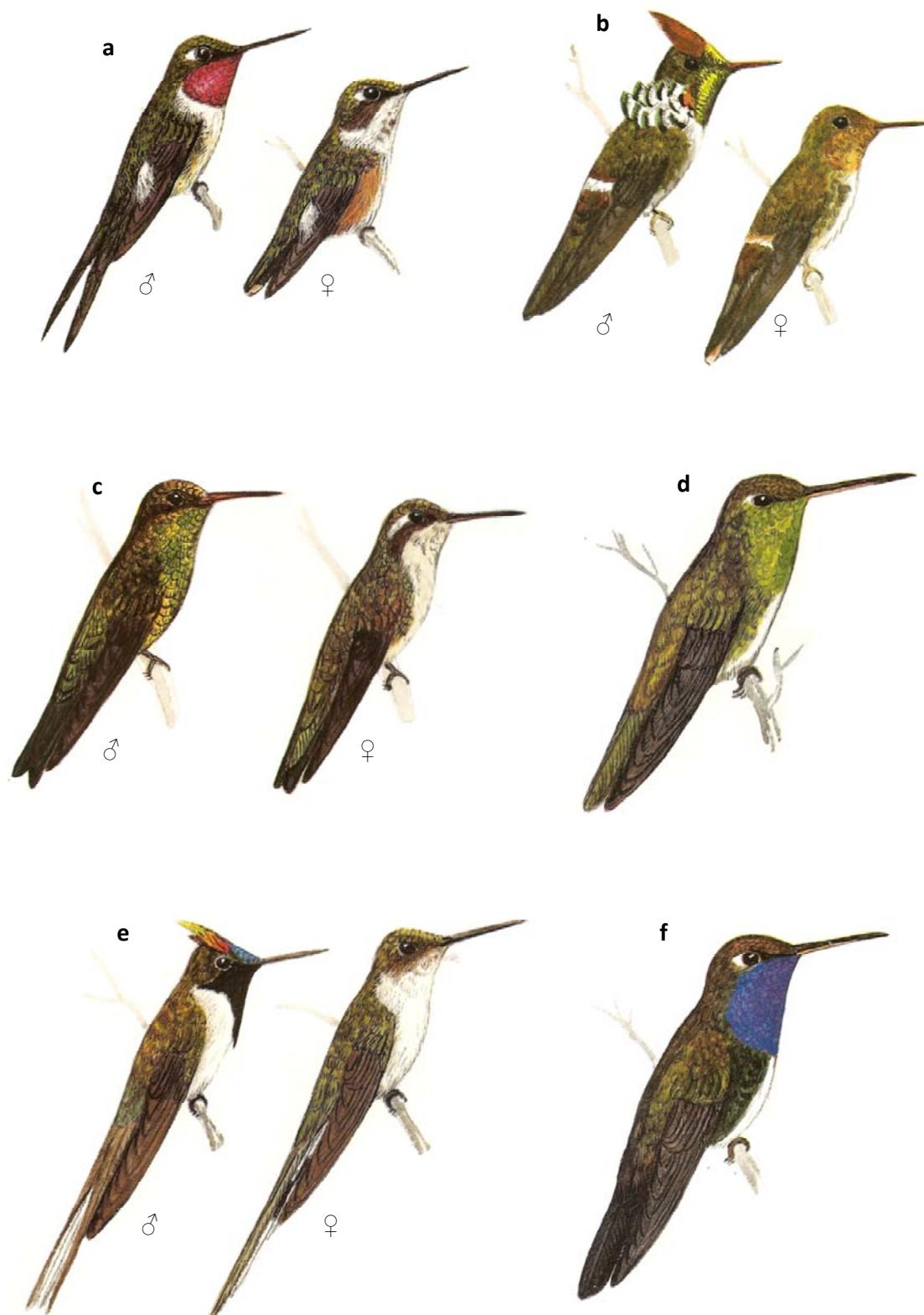


Figura 20. Espécies de beija-flores registrados no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: *Calliphlox amethystina*, b: *Lophornis magnificus*, c: *Chlorostilbon lucidus*, d: *Amazilia fimbriata*, e: *Heliactin bilophus*, f: *Amazilia lactea*. Fonte: Grantsau 1989.



Figura 21. Espécies de beija-flores registrados no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: *Chrysolampis mosquitus*, b: *Heliomaster squamosus*, c: *Polytmus guainumbi*. Fonte: Grantsau 1989.



Figura 22. Espécies de beija-flores registrados no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: *Phaethornis pretrei*, b: *Eupetomena macroura*, c: *Colibri serrirostris*, d: *Thalurania furcata*. Fonte: Grantsau 1989.

Tabela 3. Espécies de beija-flores registrados nas áreas de cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG.

Beija-flores	Corpo ^a (mm)	Bico ^a (mm)	Áreas		
			PESCAN	CCPIU	PANGA
Phaethornithimae					
<i>Phaethornis pretrei</i> (Lesson & Delattre, 1839)	164	35		X	X
Trochilinae					
<i>Amazilia lactea</i> (Lesson, 1832)	96	18		X	
<i>Amazilia fimbriata</i> (Gmelin, 1788)*	102	21	X	X	X
<i>Calliphlox amethystina</i> (Boddaert, 1783)*	71 – 84	13	X	X	
<i>Chrysolampis mosquitus</i> (Linnaeus, 1758)*	92 – 96	12 – 14,5	X	X	
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)*	93 – 94	19,3 – 20	X	X	X
<i>Colibri serrirostris</i> (Vieillot, 1816)*	110 – 125	21 – 22	X	X	X
<i>Eupetomena macroura</i> (Gmelin, 1788)*	154 – 168	21 – 23	X	X	X
<i>Heliactin bilophus</i> (Temminck, 1820)*	82 - 109	14 – 14,5	X		
<i>Heliomaster squamosus</i> (Temminck, 1823)	124	31		X	
<i>Lophornis magnificus</i> (Vieillot, 1817)*	71 – 77	11	X		X
<i>Polytmus guainumbi</i> (Pallas, 1764)	112	26		X	
<i>Thalurania furcata</i> (Gmelin, 1788)*	91 – 106	19 – 20	X		X

a. Grantsau 1989, corpo: comprimento total. As variações correspondem ao dimorfismo sexual das espécies.* Espécies observadas neste estudo.

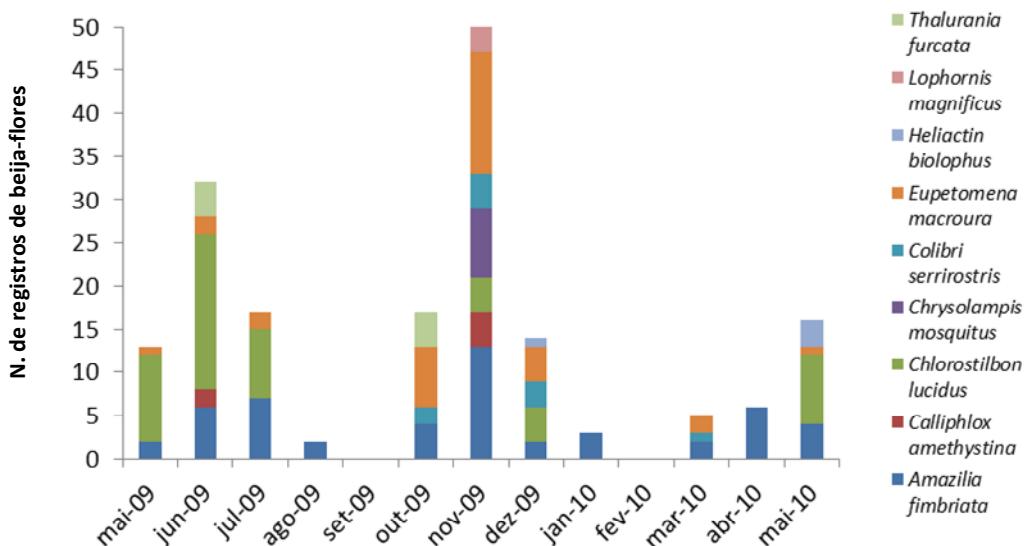


Figura 23. Número de registros de beija-flores por espécie, nos meses de estudo no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG.

3.2 – Beija-flores em 2007-08

Nas observações realizadas no transecto do Panga em 2007-08 foram observadas visitas de beija-flores em oito das 18 espécies vegetais registradas naquele transecto. Cinco espécies de beija-flores foram registradas neste estudo, *Amazilia fimbriata*, *Chlorostilbon lucidus*, *Colibri serrirostris*, *Eupetomena macroura* e *Thalurania furcata*, todas elas registradas no estudo de 2009-10. Destas espécies, *T. furcata* e *A. fimbriata* utilizaram maior número de espécies de plantas como recurso floral (nove e oito respectivamente). As espécies vegetais que mais receberam visitas por beija-flores foram *S. ferrugineus* e *Bowdichia virgiliooides*.

Foram registradas 102 visitas de beija-flores em 37 dias de observações, média de 2,76 ao dia. Foram cerca de 30 horas de observações focais além das observações durante os percursos na trilha. O mês de janeiro/08 foi o que apresentou o maior número de registros (25) seguido pelo mês de junho/07 (24). Neste período de estudo em quatro meses (agosto, setembro e novembro de 2007 e março de 2008) não se observou beija-flores visitando plantas na área do Panga.

3.3 – Comportamento dos beija-flores

Durante o período de estudo nas três áreas foram observadas 27 interações agonísticas entre os beija-flores. Estas interações ocorreram entre os beija-flores (intra e interespecíficas) e também entre eles e outros animais como abelhas e mariposas. Cinco espécies de beija-flores exibiram comportamento territorial sendo *Eupetomena macroura* a espécie que mais vezes defendeu território de recursos alimentares (nove vezes). As demais espécies que exibiram este comportamento foram *Thalurania furcata* (seis vezes), *Amazilia fimbriata* (cinco), *Chlorostilbon lucidus* (quatro) e *Colibri serrirostris* (três). As defesas de território foram mais frequentes contra *A. fimbriata* e abelhas de grande porte (seis vezes cada). Também foram expulsos por territorialistas, *E. macroura* e *C. serrirostris* (três vezes cada), além de *Chlorostilbon lucidus* (duas), *T. furcata*, *Chrysolampis mosquitus* e uma mariposa (uma vez cada).

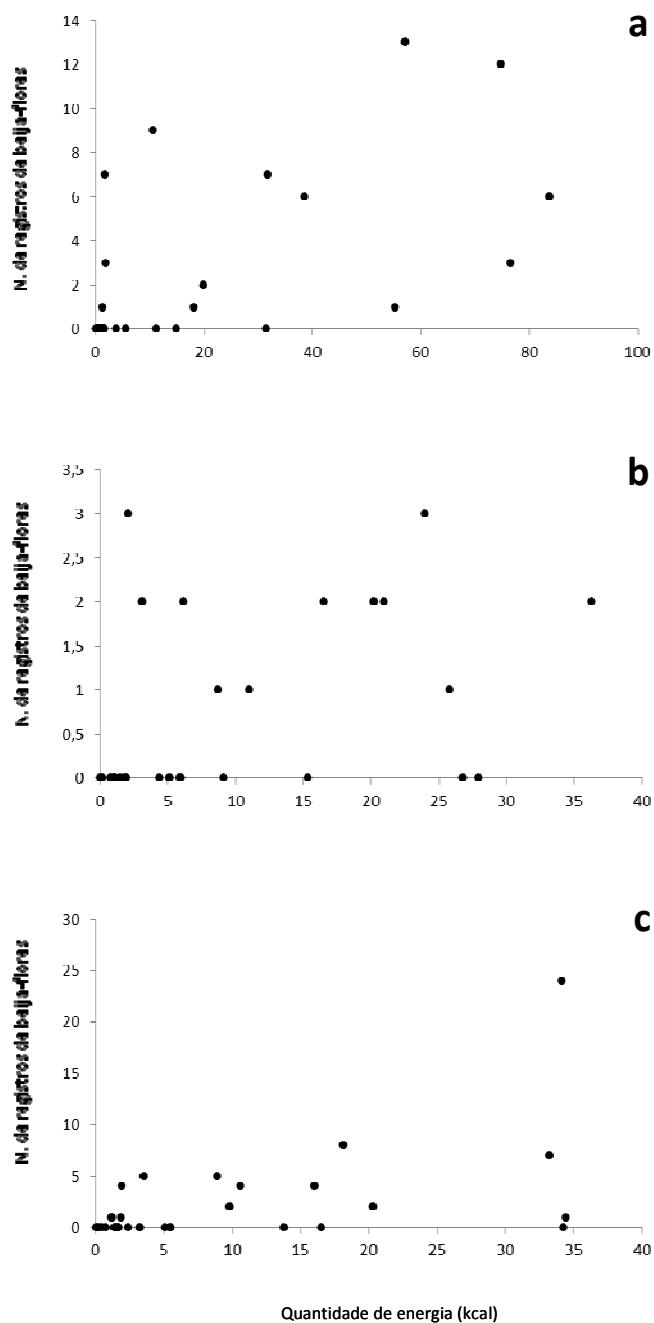


Figura 24. Relação entre a quantidade de energia (néctar) disponibilizada pelas áreas de estudo e o número de registros de beija-flores. a: Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), b: Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG, c: Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG.

Durante os períodos de estudo de 2007-08 no Pangá e 2009-10 no PESCAN, CCPIU e Pangá, foram registradas 280 visitas de beija-flores às plantas em horários compreendidos entre 7:00 e 18:00 h. A maior frequência de registros de visitas foi entre os horários de 10 a 14 horas havendo uma diminuição nas horas do início da manhã e final da tarde (figura 25).

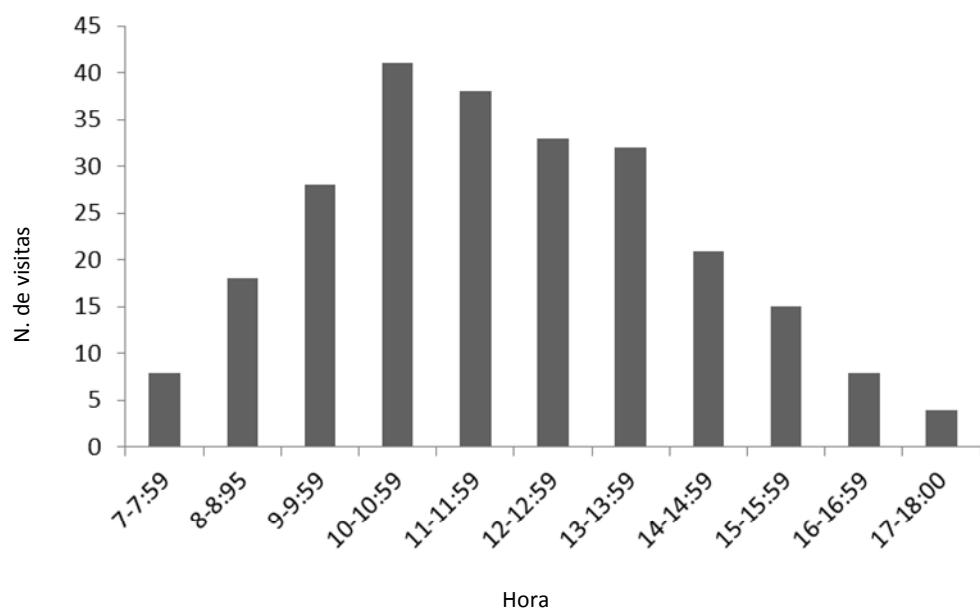


Figura 25. Número de visitas, nos intervalos dos horários observados, por beija-flores às plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Pangá (EEP), Uberlândia – MG.

4 – Interações beija-flores e plantas

4.1 – Redes de interações

As nove espécies de Trochilidae observadas nas áreas de estudo visitaram 18 das 26 espécies vegetais registradas. Algumas interações estão ilustradas na figura 26. As observações deste estudo (2007-08 e 2009-10) somadas às outras registradas na literatura resultaram em uma matriz binária de interações com 13 espécies de beija-flores e 22 espécies vegetais (tabela 4, figura 27 a). No CCPIU apenas quatro espécies de beija-flores foram avistadas visitando flores de nove espécies vegetais. No Panga foram observadas seis espécies de beija-flores visitando flores de 13 espécies de plantas no PESCAN nove espécies de beija-flores visitaram 12 espécies de plantas (tabela 4). Quando se considera os relatos de interações de outros beija-flores com as plantas registradas neste estudo, para a área do CCPIU, os beija-flores (10 spp.) foram observados visitando 12 espécies vegetais (figura 27 c), e para o Panga houve registros de sete espécies de beija-flores visitando 17 espécies vegetais (figura 27 d). Para a área do PESCAN nenhuma observação foi acrescentada, sendo que nesta área os beija-flores (nove spp.) visitaram 12 espécies de plantas (figura 27 b).

O número de espécies interagindo nas redes (riqueza de espécies) (de cada área estudada, não considerando a rede composta de todas as espécies encontradas nas três áreas) variou em torno de 25,5 espécies por rede. O tamanho das redes de cada área estudada, ou seja, o número de interações possíveis dentro delas, variou em torno de 115,7 e o número de interações realmente observadas variou em torno de 43,7. A rede composta por todas as interações nas três áreas conjuntamente se apresentou quase 2,5 vezes maior (286) e teve número de interações observadas mais de duas vezes maior (99) que as redes de cada área. As conectâncias das redes (nível de generalização) variaram de 29,6 % a 48,7 % (38,8 % em média) (tabela 5). Todas as redes de interações se mostraram assimétricas, ou seja, espécies de plantas especialistas interagiram principalmente com beija-flores mais generalistas e vice-versa. As redes apresentaram índices de aninhamento relativamente alto (NODF acima de 70), com exceção daquela das espécies do PESCAN que apresentou índice intermediário (tabela 5).

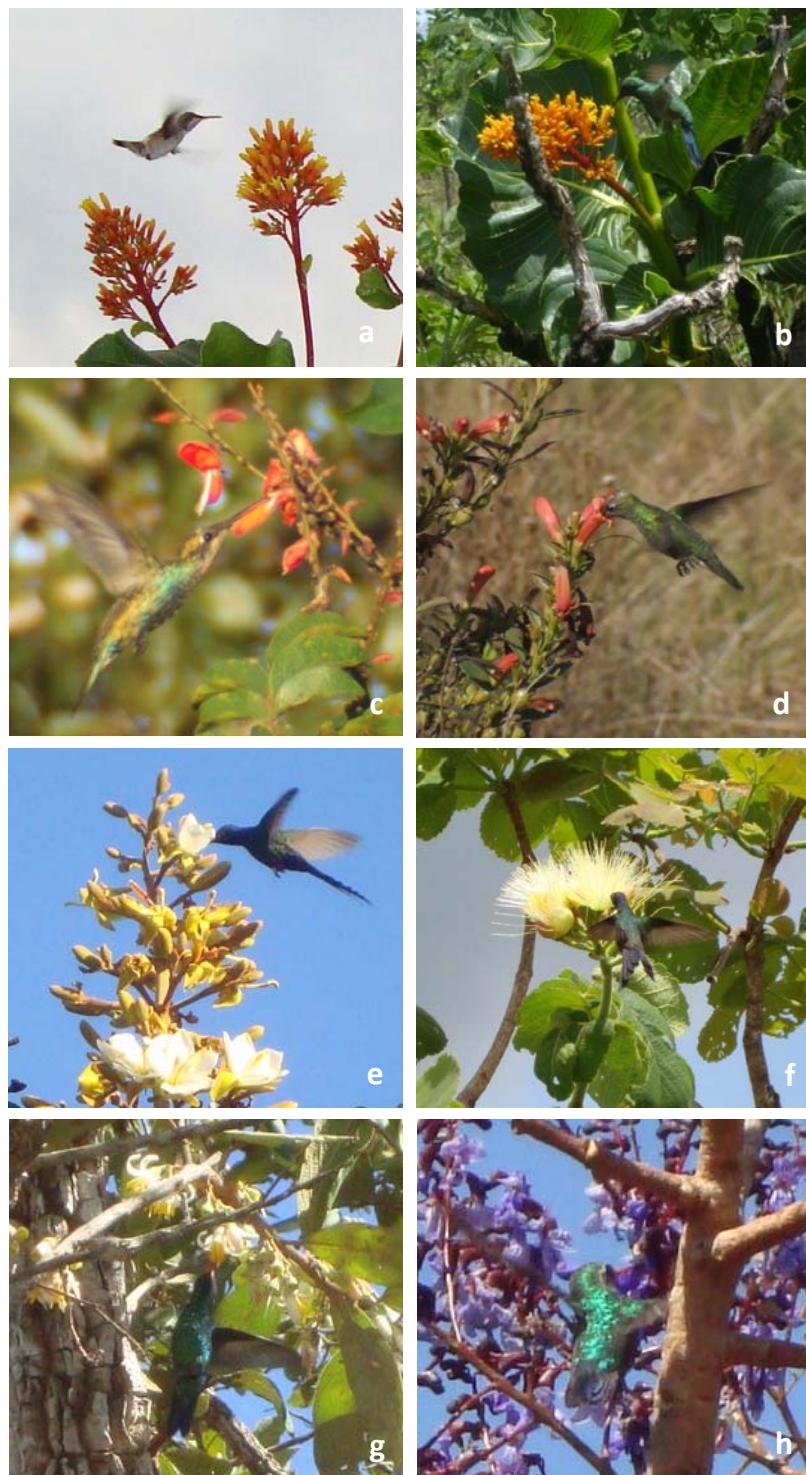


Figura 26. Interações entre beija-flores e plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: fêmea de *Calliphlox amethystina* e b: *Colibri serrirostris* em *Palicourea rigida*, c: *Heliomaster squamosus* em *Camptosema coriaceum*, d: *Amazilia fimbriata* em *Esterhazyia splendida*, e: *Eupetomena macroura* em *Salvertia convallariaeodora*, f: *E. macroura* em *Caryocar brasiliense*, g: *Chlorostilbon lucidus* em *Styrax ferrugineus*, h: *C. lucidus* em *Bowdichia virgilioides*. c e d: fotos de Carolina Ferreira.

Tabela 4. Matriz binária das interações entre beija-flores e plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. 0: ausência e 1: presença. Sequência nas células: PESCAN, CCPIU e Panga.

Plantas	Beija-flores												
	<i>Amazilia lactea</i>	<i>Amazilia fimbriata</i>	<i>Calliphlox amethystina</i>	<i>Chrysotomis mosquitus</i>	<i>Chlorostilbon lucidus</i>	<i>Colibri serrirostris</i>	<i>Eupetomena macroura</i>	<i>Heliaction bilophus</i>	<i>Heliomaster squamosus</i>	<i>Lophornis magnificus</i>	<i>Phaethornis pretrei</i>	<i>Polytmus guainumbi</i>	<i>Thalurania furcata</i>
<i>Adenocalymma campicola</i>	1 0 0				1 0 0		1 0 0						1 0 0
<i>Ananas ananassoides</i>	0 1 ² 1 ⁴				0 0 1 ⁴		0 1 ² 0		0 1 ² 0		0 1 ² 0	0 0 1 ⁴	
<i>Bauhinia brevipes</i>													0 0 1 ⁴
<i>Bauhinia ungulata</i>	0 0 1 ⁴				0 0 1 ⁴	0 0 1 ⁵	0 0 1			0 0 1	0 0 1 ⁴	0 0 1 ⁴	
<i>Bowdichia virgilioides</i>	1 1 1				1 0 1	1 0 1	0 0 1						1 0 1
<i>Caryocar brasiliense</i>	0 1 ² 1					1 1 ² 1	0 1 ² 1		0 1 ² 0		0 0 1 ⁴		1 0 1
<i>Camptosema coriaceum</i>	0 1 0				1 1 ² 0	1 1 ² 0	0 1 ² 0	1 0 0	0 1 ² 0				1 0 1
<i>Dyckia leptostachya</i>	0 0 1					0 0 1 ⁴							
<i>Eriotheca gracilipes</i>	0 1 0												0 0 1
<i>Esterhazyia splendida</i>	0 1 0					0 1 ² 0		0 1 0		0 1 ² 0			
<i>Palicourea coriacea</i>	1 0 0												
<i>Palicourea rigida</i>	0 1 ¹ 0	1 1 1	1 1 ^{1,2} 0	1 1 ³ 0	1 1 ^{1,2} 1	1 1 1	1 1 1	1 0 0	0 1 ² 0	1 0 0	0 1 ^{1,3} 0	0 1 ¹ 0	1 0 1
<i>Qualea grandiflora</i>		1 0 1						0 0 1					0 0 1
<i>Qualea multiflora</i>	0 1 1		0 1 ² 0		0 1 ² 1	0 1 ² 1	1 1 1		0 1 ² 0	0 0 1 ⁴	0 0 1 ⁵		0 0 1
<i>Qualea parviflora</i>	0 1 1				0 1 ² 1	1 1 ² 1	0 1 ² 0		0 1 ² 0		0 0 1 ⁴		0 0 1
<i>Salvertia convallariaeodora</i>	0 0 1					0 0 1		1 0 1					1 0 1
<i>Styrax ferrugineus</i>	1 1 ² 1		1 0 0		1 1 1	0 1 ² 0	0 1 ² 1						0 0 1 ⁴
<i>Stachytarpheta gesnerioides</i>	0 0 1 ⁵					0 0 1 ⁵							0 0 1 ⁴
<i>Tabebuia aurea</i>								1 0 0					
<i>Vochysia cinnamomea</i>	0 1 1					0 1 ² 0	0 1 ² 0	0 1 ² 0					
<i>Vochysia rufa</i>	0 0 1							0 1 0					
<i>Zeyheria montana</i>	0 0 1 ⁴									0 0 1 ⁴			

1: Nunes 2011. 2: Maruyama 2011. 3: Justino et al. 2012. 4: Araújo 2010. 5: Oliveira 1998.

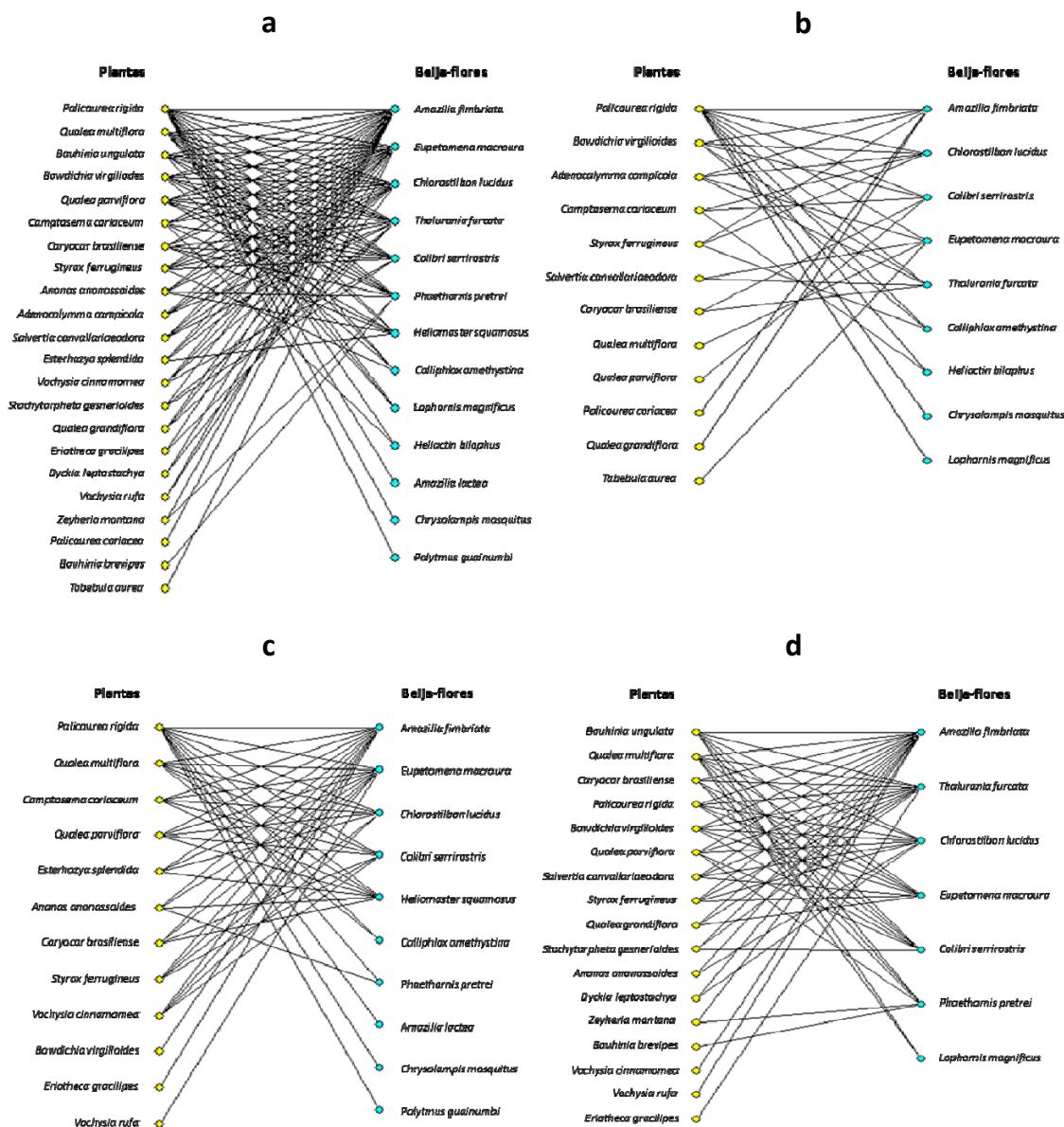


Figura 27. Redes de interações (representadas por gráficos bipartidos) entre beija-flores e plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: todas as áreas, b: PESCAN, c: CCPIU, d: EEP.

A espécie de planta que exibiu o maior número de interações com os beija-flores foi *Palicourea rigida*. Suas flores foram visitadas por todas as 13 espécies de beija-flores registradas no estudo (tabela 4 e figura 27 a). Analisando-se as redes de cada área separadamente, somente no Panga esta espécie não foi a que teve o maior número de interações com beija-flores. Nesta área *Bauhinia ungulata* e *Qualea multiflora* apresentaram o maior número de conexões com as aves (figura 27 d). *Bowdichia virgiliooides*, *Q. parviflora*, *Camptosema coriaceum*, *Caryocar brasiliense* e *Styrax ferrugineus* são espécies que, de maneira geral, também apresentaram grande número de interações nas áreas de estudo (figura 27).

Em relação aos beija-flores, a espécie que visitou o maior número de plantas foi *Amazilia fimbriata*, em todas as redes de interações (figura 27 a – d). Este Trochilidae só não foi registrado visitando duas espécies vegetais daquelas onde se registrou visitas por beija-flores. Outros beija-flores como *Eupetomena macroura*, *Chlorostilbon lucidus*, *Thalurania furcata* e *Colibri serrirostris* também tiveram grande número de interações com as plantas.

Todas as redes de interações apresentaram espécies de plantas com comportamento especialista (segundo o conceito de redes), ou seja, foram visitadas por apenas uma espécie de beija-flor. Tanto na rede construída para as três áreas conjuntamente como para a rede do CCPIU foram três espécies vegetais com apenas uma interação (13,6 % do total de spp. e 25,0 % das espécies do CCPIU) (figura 27 a e c). No PESCAN foram cinco espécies vegetais em que se observou visita por somente uma espécie de beija-flor (41,7 %) (figura 26 b) e no Panga foram quatro espécies de plantas (23,5 %) (figura 27 d).

Da mesma forma, a maioria das redes apresentou beija-flores com comportamento especialista visitando somente uma espécie de planta. Para a rede com todas as espécies registradas no estudo e para a rede das espécies do CCPIU, três espécies de beija-flores visitaram apenas uma espécie de planta (23,1 % das 13 registradas no estudo e 30,0 % das do CCPIU) (figura 27 a e c). No PESCAN duas espécies de beija-flores tiveram interação exclusiva (22,2 %) (figura 27 b). No Panga, todos os beija-flores visitaram mais de uma espécie de planta (figura 27 d).

Tabela 5. Propriedades das redes de interações entre beija-flores e plantas no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. *P*: probabilidade do aninhamento para os dois modelos analisados.

	PESCAN	CCPIU	EEP	As 3 áreas
Número de espécies de plantas (P)	12	12	17	22
Número de espécies de beija-flores(B)	9	10	7	13
Riqueza de espécies (P + B)	21	22	24	35
Tamanho da rede (P x B)	108	120	119	286
Número de interações observadas(I)	32	41	58	99
Conectância (C) (%)	29,6	34,2	48,7	34,6
NODF (índice de aninhamento)	53,7	79,4	74,5	78,0
<i>P</i>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

4.2 – Índice de importância (*Ij*) das espécies vegetais

As espécies de plantas tiveram diferentes índices de importância (*Ij*) nas diferentes redes de interações (figura 28), mas *Palicourea rigida* se mostrou a espécie com maiores valores na maioria delas, alcançando o valor máximo de 0,46 em uma escala que vai de zero a um. Este valor foi também o maior encontrado em todas as redes. Excetuando-se *P. rigida*, a maioria das espécies teve os valores de índice de importância bem próximos nas redes de interações entre plantas e beija-flores.

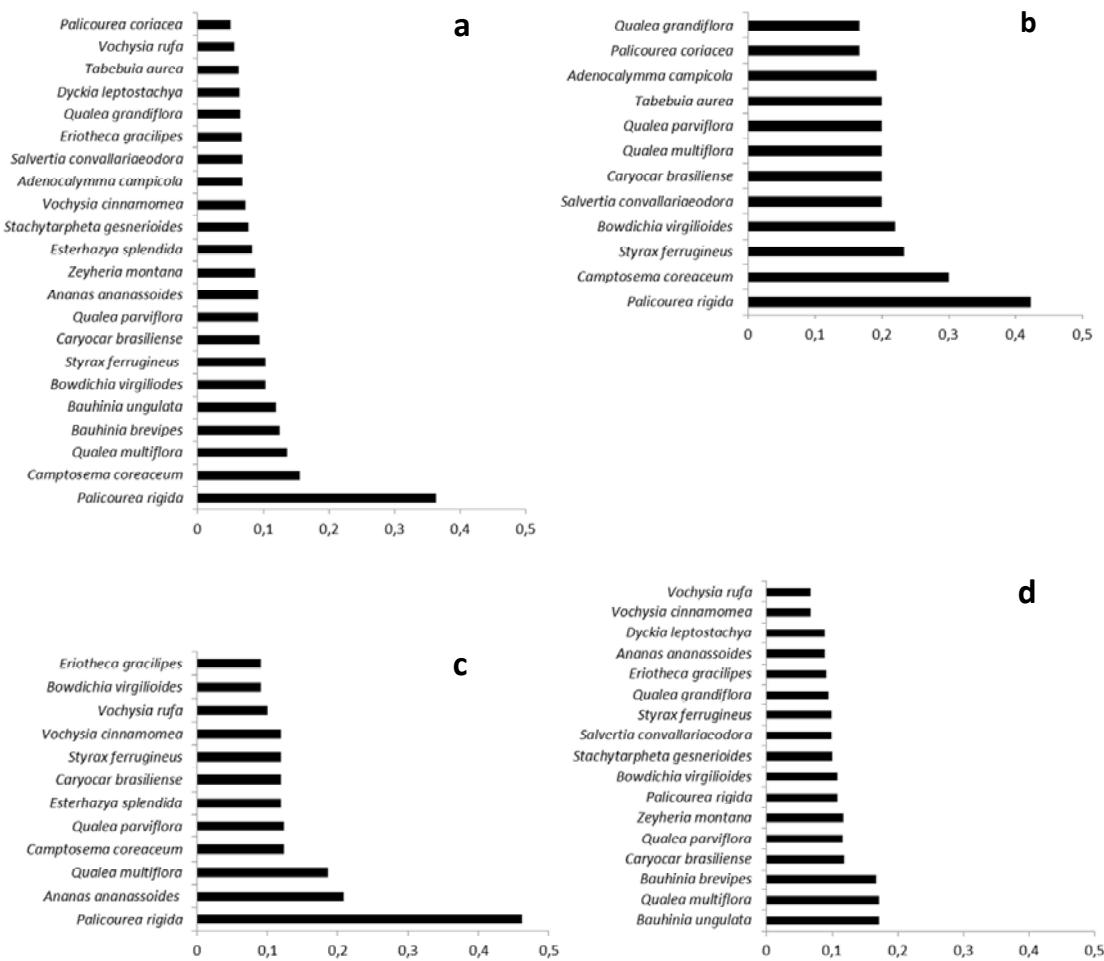


Figura 28. Índice de importância (I_j) das plantas visitadas pelos beija-flores no cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas – GO (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU), Uberlândia – MG e da Estação Ecológica do Panga (EEP), Uberlândia – MG. a: as 3 áreas, b: PESCAN, c: CCPIU, d: EEP.

DISCUSSÃO

Recursos florais

O número de espécies vegetais registrado neste estudo como possíveis recursos alimentares utilizados por beija-flores é comparável ao de outros estudos realizados na região, desde que consideradas as mesmas áreas ou fisionomias. O fato é que nenhum trabalho havia sido feito anteriormente em uma escala um pouco mais ampla como este, utilizando-se mais de uma área. Os estudos anteriores se concentraram numa única área e comumente incluíram fisionomias de mata além de cerrado s.r. e campo sujo (e.g. Araújo 2010). O número de espécies registrado aqui (26) foi semelhante ao encontrado noutro estudo realizado na Estação Ecológica do Panga, considerando-se apenas o registrado para cerrado e campo sujo (29 spp.) já que tal estudo envolveu também formações florestais (Araújo 2010). Porém, se compararmos o número de espécies encontradas neste estudo, somente na área do Panga (19), o trabalho desenvolvido em 2010 obteve maior número. Outro estudo feito na mesma área, também envolvendo fisionomias de mata, revelou número menor de espécies no campo sujo (12), embora este trabalho tenha sido feito em área bem menor (menos de 0,5 ha) (Oliveira 1998). Cabe ressaltar ainda que este trabalho (Oliveira 1998) foi feito em uma área que coincide em parte com um dos transectos do presente estudo, que era então considerada como campo sujo (Schiavini & Araújo 1989). Esta área após 18 anos foi reavaliada e devido às mudanças na estrutura e composição florística, é atualmente considerada como um mosaico de cerrado ralo e cerrado típico, subgrupos de cerrado sentido restrito (ver Cardoso et al. 2009). Estas mudanças, ocasionadas pela diminuição significativa de perturbações antrópicas, como fogo e corte de madeira, aumentou o número de indivíduos lenhosos e pode ter incorporado novas espécies à área.

Em outro trabalho comparável, realizado na RPPN do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, o número de espécies encontrado foi razoavelmente menor (nove

espécies) (Maruyama 2011). Mesmo que este trabalho tenha sido feito em apenas 1 ha, o que corresponde à metade da área do presente estudo, ainda assim o número foi menor, pois o transecto que apresentou menos espécies no CCPIU, continha 14 spp. Além disso, todas as espécies registradas em tal trabalho foram registradas neste de modo que nenhuma espécie foi acrescentada para aquela área.

Estas diferenças podem estar associadas à intensidade de amostragem ou diferenças fenológicas. Por exemplo, *Bromelia balansae* Mez ocorreu próxima aos transectos do PESCAN e com alguns indivíduos ocorrendo até mesmo em um deles. Porém os indivíduos presentes no transecto não apresentaram eventos de floração durante o período de estudo e por isso não foram considerados. No Panga, *Amazonia hirta* Benth. floresceu durante o período de estudo, inclusive nos transectos estudados, porém nos dias de coleta de dados naquela área, os indivíduos não apresentaram flores abertas, não tendo sido então contabilizados. Além disso, variações interanuais também podem ocorrer. *Helicteres sacarolha* e *Arrabidaea pulchra* foram espécies que floresceram no período de estudo de 2007-08, mas não floresceram em 2009-10 nos transectos demarcados. Espécies nectaríferas e até potencialmente ornitófilas registradas em outros trabalhos realizados na área do Panga, não foram registradas aqui, e.g. *Bauhinia holophylla*, *B. rufa*, *Helicteres brevispira*, *Camposema coriaceum* e duas espécies de *Hyptis* (Oliveira 1998, Araújo 2010). Isto indica que a guilda de plantas utilizada por beija-flores nos cerrados da região é maior do que o amostrado no presente estudo.

O número de espécies vegetais registrado aqui foi semelhante a outros ambientes como a Caatinga (Machado 2009), as florestas tropicais secas (Arizmendi & Ornelas 1990) e aos capões do Pantanal (manchas de florestas cercadas por campos graminosos sujeitos à inundação) (Araújo & Sazima 2003). No entanto, campos rupestres com fisionomia mais aberta, à semelhança do cerrado, tiveram maior número de espécies visitadas por beija-flores (Vasconcelos & Lombardi 2001, Machado et al. 2007, Rodrigues 2011).

Quando comparamos a riqueza de espécies da flora utilizada por beija-flores no cerrado com ambientes de florestas tropicais úmidas, os números encontrados no presente estudo se mostraram marcadamente menores. Estudos realizados em florestas tropicais com maiores índices pluviométricos e, sobretudo com chuvas mais

uniformemente distribuídas, como a Floresta Amazônica Colombiana (Lasprilla & Sazima 2004), Florestas Tropicais da Costa Rica (Stiles 1978), Floresta Tropical Montanhosa do Equador (Dziedzioch et al. 2003) e a Mata Atlântica Brasileira (Araújo 1996, Buzato et al. 2000, Canela 2006, Rocca-de-Andrade 2006) geralmente indicam uma maior riqueza de espécies vegetais sendo visitadas/polinizadas por beija-flores nestes ambientes. Além disso, a proporção de espécies tipicamente ornitófilas nestes ambientes em relação à assembleia de flores encontrada comumente é maior (Araújo 1996, Rocca-de-Andrade 2006). No presente estudo, as espécies ornitófilas representam pouco mais de 30 % do total de espécies visitadas por beija-flores. Esta porcentagem variou em torno de 40 % para os estudos em cerrado da região (Oliveira 1998, Araújo 2010, Maruyama 2011).

O presente estudo apresentou três famílias, Bignoniaceae, Fabaceae e Vochysiaceae com número maior de espécies em relação às demais, sendo que juntas elas somaram quase 60 % de todas as espécies registradas. Em outro estudo com a mesma abordagem feito na Estação Ecológica do Panga, estas famílias estiveram entre as mais representativas (Araújo 2010) e no CCPIU, Vochysiaceae foi a única família representada por mais de uma espécie (Maruyama 2011). Isto se deve certamente ao fato de que estas famílias estão entre as mais representativas do Cerrado do Triângulo Mineiro e sudeste de Goiás (Faleiro 2007, Costa & Araújo 2001, Lopes et al. 2011), assim como na maioria das áreas de cerrado estudadas (Ratter et al. 2003). No PESCAN, estas três famílias foram as mais representativas em estudos fitossociológicos feitos em áreas de cerrado s.r. (Silva et al. 2002, Carvalho et al. 2008, Lopes et al. 2011). No CCPIU elas estiveram entre as mais importantes (Faleiro 2007) e no Panga, *Qualea grandiflora* e *Q. parviflora* foram as espécies de maior IVI (Índice de Valor de Importância) no cerrado s.r. (Costa & Araújo 2001). *Q. grandiflora*, presente em todas as áreas e transectos estudados aqui, é a espécie mais difundida no cerrado brasileiro (Ratter et al. 2003, Lopes et al. 2011). Até mesmo em outros ambientes como os capões do Pantanal, as três famílias citadas acima foram as mais importantes da flora visitada por beija-flores neste bioma (Araújo & Sazima 2003).

Com exceção de algumas famílias mais importantes em determinados ambientes, em floras polinizadas por beija-flores é mais comum haver famílias e gêneros com poucas espécies (comumente uma ou duas) (Sazima et al. 1996, Oliveira 1998,

Arizmendi & Ornelas 1990, Buzato et al. 2000, Vasconcelos & Lombardi 2000, Lopes 2002, Abreu & Vieira 2004, Lasprilla & Sazima 2004, Canela 2006, Dalsgaard et al. 2009, Machado 2009, Araújo 2010, Araújo et al. 2011, Maruyama 2011). Esta grande diversidade de famílias e gêneros das guildas de plantas polinizadas por beija-flores pode ser resultado de uma coevolução difusa, que resultou em um padrão de interação mais generalista entre plantas e aves (Buzato et al. 2000).

Bromeliaceae é uma importante família relacionada à polinização por beija-flores, sendo a única família em que os vertebrados são os principais polinizadores (Martinelli 1994), mas que normalmente não é citada como mais representativa nos estudos realizados em Cerrado. Porém, analisando-se apenas as espécies ornitófilas do presente estudo, Bromeliaceae juntamente com Rubiaceae tiveram maior representatividade que as demais. Resultados semelhantes foram encontrados em outro estudo na área do Panga (Araújo 2010). Esta família ocorre com maior frequência em ambientes tropicais úmidos como a Mata Atlântica, onde tem grande representatividade e endemismo (Snow & Snow 1986) e demais florestas neotropicais úmidas (Dziedzioch et al. 2003, Lasprilla & Sazima 2004). Certamente pela grande diversidade de bromélias na Floresta Atlântica, no Brasil este é o bioma mais rico em espécies de plantas polinizadas por beija-flores. Em estudos conduzidos neste bioma, Bromeliaceae representaram a maioria dos recursos utilizados por Trochilidae (Araújo 1996, Sazima et al 1996, Buzato et al. 2000, Lopes 2002, Canela 2006, Rocca-de-Andrade 2006). Bromeliáceas ornitófilas foram citadas em diversos outros trabalhos em Mata Atlântica (Fischer 1994, Varassin & Sazima 2000, Varassin 2002, Kaehler et al. 2005, Machado & Semir 2006, Piacentini & Varassin 2007). Em algumas floras polinizadas por beija-flores na Caatinga, esta família teve grande representatividade juntamente com Cactaceae e Acanthaceae (Machado & Lopes 2004, Leal et al. 2006). Além disso, vários estudos sobre biologia floral e polinização de Bromeliaceae indicam os beija-flores como agentes polinizadores (Nara & Webber 2002, Canela & Sazima 2005, Vosgueritchian & Buzato 2006, Scrok & Varassin 2011). Mas, em algumas áreas de campos rupestres essa família não está bem representada entre os recursos florais para beija-flores (Vasconcelos & Lombardi 2001, Machado et al. 2007), assim como no Pantanal (Araújo & Sazima 2003) e em campos de altitude (Freitas & Sazima 2006) devido à sua baixa ocorrência nestes ambientes.

Em florestas neotropicais, grande parte das flores normalmente encontrada sendo visitada por beija-flores possuem características relacionadas à síndrome de ornitofilia, como coloração tendendo ao vermelho e forma tubular (Araújo 1996, Sazima et al. 1996, Buzato et al. 2000, Lopes 2002, Dziedzioch et al 2003, Abreu & Vieira 2004, Lasprilla & Sazima 2004, Krömer et al. 2006, Canela 2006, Rocca-de-Andrade 2006). As flores visitadas pelos troquilídeos nas áreas de cerrado apresentaram uma variedade de coloração e formas que nem sempre estão associadas às preferências destas aves (*sensu* Faegri & van der Pijl 1979). As flores com corolas amarelas e brancas somaram mais de 60 % da flora registrada no estudo, enquanto que as cores laranja e vermelho, mais comumente associadas à ornitofilia, contribuíram com menos de 20 %. Estes dados corroboram o encontrado em outros estudos nas mesmas áreas de cerrado (Araújo 2010, Maruyama 2011). Da mesma forma, flores tubulares, tipo mais esperado de se encontrar entre as espécies visitadas por beija-flores, foram o terceiro tipo mais frequente. As flores do tipo goela e estandarte foram predominantes entre as espécies registradas (mais de 60 % do total). O tipo tubular também não foi o mais encontrado em outro estudo realizado em cerrado s.r. do CCPIU, onde a forma estandarte prevaleceu (Maruyama 2011), mas foi o mais frequente em outros estudos que também envolveram fisionomias de mata (Oliveira 1998, Araújo 2010). Flores dos tipos estandarte e goela também podem ser frequentes em assembleias de plantas polinizadas por beija-flores em áreas de mata (Buzato et al. 2000). Estes tipos florais são frequentemente associados à ornitofilia, pois suas flores possuem estrutura que permite a visitação por beija-flores. As do tipo goela possuem formato tubular em parte de sua corola como podemos ver em *Esterhazyia splendida*. As do tipo estandarte podem ter uma pétala em forma de pseudotubo como em *Campitosema coriaceum*. Outras flores do tipo estandarte não ornitófilas, como as flores de Vochysiaceae, possuem calcar que é uma estrutura tubular onde se acumula o néctar.

A predominância de flores com cores amarela e branca e de morfologias não tubulares reflete a maior ocorrência de espécies não ornitófilas sendo visitadas pelos beija-flores no cerrado. O maior número de espécies com outras síndromes em relação à ornitofilia tem sido frequentemente encontrado em estudos de flora visitada por beija-flores em ambientes de Cerrado (Oliveira 1998, Borges 2000, Araújo 2010, Maruyama 2011), Pantanal (Araújo & Sazima 2003), campos rupestres (Vascocelos & Lombardi

2001, Machado et al. 2007), Caatinga (Machado & Lopes 2004, Machado 2009). Este comportamento oportunista dos beija-flores, visitando flores de variadas síndromes, também tem sido observado mesmo em ambientes com maior diversidade de espécies tipicamente ornitófilas como a Mata Atlântica (Buzato et al. 2000) e demonstra a importância de plantas não ornitófilas na manutenção das aves nos diversos ambientes. No Cerrado, muitas espécies com flores características de outras síndromes, principalmente quiropterofila, melitofilia e esfingofilia, são visitadas constantemente por beija-flores, podendo até mesmo tê-los como polinizadores adicionais (Oliveira & Gibbs 1994, Rojas & Ribon 1997, Santos et al. 1997, Melo 2001, Ghiringhelli & Tubelis 2009).

O Cerrado, sobretudo nas suas formações savânicas e campestres, é caracterizado pela baixa ocorrência de espécies tipicamente ornitófilas (Oliveira & Gibbs 2000, 2002; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 2006; Martins & Batalha 2006; Barbosa & Sazima 2008). Resultado semelhante foi encontrado em campos de altitude, onde menos de 5 % da flora registrada foi ornitófila (Freitas & Sazima 2006). As condições estruturais e climáticas do cerrado fazem-no pouco propício para a ocorrência de espécies ornitófilas, mais comuns em áreas florestais úmidas. No entanto, o número relatado de interações entre as plantas e beija-flores neste bioma é relativamente alto em relação ao número de espécies ornitófilas. A diversidade de cores e formas das flores utilizadas por beija-flores no Cerrado, com características diferentes das apresentadas na síndrome de ornitofilia, corrobora a questão amplamente discutida nos últimos anos com relação às síndromes de polinização (Waser et al. 1996).

Estudos realizados em áreas de cerrado s.r. revelam que a maioria das espécies cujas flores são visitadas por beija-flores apresentam porte arbóreo como ocorreu neste estudo e em outros nas mesmas áreas (Araújo 2010, Maruyama 2011). Na Caatinga e campos rupestres prevaleceram os arbustos e herbáceas (Leal et al. 2006, Machado 2009, Rodrigues 2011) e em matas predominaram espécies com hábitos herbáceo, epífiticos e lianas (Buzato et al. 2000, Lopes 2002, Dziedzioch et al. 2003, Canela 2006). Liana foi a forma de hábito mais frequente nos capões do Pantanal (Araújo & Sazima 2003). Epífitas e lianas não são bem representadas em ambientes abertos e mais secos como o cerrado e provavelmente por isso não ocorreram neste estudo, nem em

outro realizado no CCPIU (Maruyama 2011), mas podem se apresentar em formações florestais do Cerrado (Araújo 2010, Araújo et al. 2011).

Fenologia das plantas

O padrão de floração anual, registrado para a maior parte das espécies, é comum em floras polinizadas por beija-flores em praticamente todos os ambientes já estudados (Abreu & Vieira 2004, Canela 2006, Rocca-de-Andrade 2006, Leal et al. 2006, Machado et al. 2007, Machado 2009, Araújo 2010, Rodrigues 2011). A duração intermediária nos períodos de floração (*sensu* Newstron 1994) da maioria das espécies corroborou o encontrado em outro estudo no Panga (Araújo 2010). O padrão fenológico sequencial com sobreposição de períodos de floração propiciou a ocorrência de espécies florescendo durante todo ano. Esse modelo de comportamento fenológico tem sido relatado também para outras comunidades, disponibilizando recursos ao longo de todo ano e permitindo a permanência dos beija-flores (Buzato et al. 2000, Varassin 2002, Abreu & Vieira 2004, Machado & Semir 2006, Rocca-de-Andrade 2006, Machado et al. 2007, Machado 2009, Rodrigues 2011).

Mesmo havendo espécies florescendo durante todo o ano, encontrou-se nas áreas estudadas uma maior quantidade de espécies ornitófilas e não ornitófilas em flor durante a estação seca. Resultados semelhantes foram observados em outros estudos no Panga onde somente as espécies tipicamente ornitófilas floresceram mais na estação chuvosa em áreas de cerrado e campo sujo (Oliveira 1998, Araújo 2010). Outros estudos em biomas diferentes revelaram também maior número de espécies florescendo na estação seca como em uma área de Caatinga em Pernambuco (Leal et al. 2006) e em floresta seca do México (Arizmendi & Ornelas 1990). A Mata Atlântica, ao contrário, exibe um pico de floração das espécies na estação chuvosa (Sazima et al. 1995, Araújo 1996, Buzato et al. 2000, Lopes 2002, Machado & Semir 2006), o que ocorreu também nos capões do Pantanal (Araújo & Sazima 2003), e em um fragmento florestal de Viçosa (Abreu e Vieira 2004). Na Floresta Amazônica Colombiana (Lasprilla & Sazima 2004), em floresta tropical úmida na Costa Rica (Stiles 1978) e em campos rupestres da Chapada Diamantina (Machado et al. 2007) houve picos de floração em ambos os períodos seco e chuvoso. Nos primeiros e segundos casos certamente por não haver grande diferenciação nos regimes de chuva ao longo do ano e no terceiro os autores

relatam a provável influência do regime de chuvas atípico ocorrido em alguns meses da estação seca no ano de estudo.

Aparentemente, não há um padrão definido de floração em relação às estações seca e chuvosa, seja para ambientes secos ou úmidos (Buzato et al. 2000, Lopes 2002). Apesar de haver picos de floração em diferentes estações do ano, em diferentes lugares, o mais importante é que todos os estudos relatam haver recursos florais sendo ofertado aos beija-flores durante todo ano, em todos os ambientes.

Similaridade dos recursos florais

Os conjuntos de espécies de plantas visitadas por beija-flores em cada transecto e em cada área foram bastante similares entre si, contrastando com a grande diversidade beta descrita para a flora do Cerrado (Bridgewater et al. 2004). Estudos comparativos para a flora lenhosa do Cerrado mostraram uma grande variação na composição entre diferentes regiões do bioma, resultando numa alta β -diversidade e baixa similaridade (Borges 2000, Ratter et al. 2003, Bridgewater et al. 2004). No entanto, apesar da grande diversidade de espécies apresentada por diferentes regiões de Cerrado, quando se trata de áreas mais próximas ou em uma mesma região fitogeográfica, a similaridade entre elas tende a ser maior (Felfili et al. 2004, Lopes et al. 2011). Assim, a alta similaridade entre os transectos e áreas estudados pode ser explicada, em parte, pela proximidade entre eles. Ainda que o Parque Estadual da Serra de Caldas Novas seja uma área mais distante das demais no Triângulo Mineiro, pode-se considerar que as três áreas são relativamente próximas e a grande similaridade entre elas pode ser em função de se encontrarem em uma mesma região fitogeográfica (Bridgewater et al. 2004), com mais de 60 % de similaridade quanto às espécies lenhosas (Lopes et al. 2011).

A alta similaridade entre os transectos estudados em cada área refletiu a homogeneidade na composição de espécies vegetais ao longo da área. O Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU) foi a área que demonstrou maior similaridade entre os seus transectos quanto aos recursos utilizados por beija-flores. De fato, estudos florísticos realizados nesta área mostraram similaridade de 80 % na composição de espécies lenhosas entre os transectos estudados (Faleiro 2007). Já no PESCAN, a similaridade encontrada nos estudos florísticos de espécies lenhosas entre os transectos

foi menor, abaixo de 50 % (Carvalho et al. 2008), justificando a menor similaridade de espécies utilizadas por beija-flores entre os transectos desta área.

Recurso floral: Néctar

As características do néctar das flores visitadas pelos beija-flores, sendo elas ornitófilas ou não, foram semelhantes ao relatado em diversos estudos realizados, tanto no Cerrado como em outros ambientes, assim como o citado para flores de beija-flores em geral (Buchmann & Nabhan 1996, Proctor et al. 1996). O volume, que normalmente varia mais entre as espécies e entre as comunidades estudadas, teve resultado semelhante ao registrado em comunidade da Amazônia Colombiana (Lasprilla & Sazima 2004) e floresta seca do México (Arizmendi & Ornelas 1990). Algumas florestas tropicais úmidas tendem a apresentar maiores médias de volumes, talvez pela maior ocorrência de bromélias que tendem a secretar copiosas quantidades de néctar (Lopes 2002, Machado & Semir 2006, Rocca-de-Andrade 2006). Flores de *Vriesea*, por exemplo, podem secretar quase 500 µl de néctar (Machado & Semir 2006). A média para as comunidades aqui estudadas poderia ter sido ainda maior se espécies esfingófilas e quiropterófilas tivessem sido avaliadas quanto ao néctar total produzido e não quanto ao seu néctar residual, aquele que fica disponível aos beija-flores durante o dia. *Bauhinia brevipes*, por exemplo, apresentou quase 140 µl de néctar acumulado em um estudo feito no Panga (Oliveira 1998), quatro vezes mais que o néctar residual apresentado aqui. Embora a literatura descreva flores de beija-flores apresentando néctar abundante (Faegri & van der Pijl 1979), é comum haver grande variação no volume apresentado pelas espécies dentro de uma comunidade. Mesmo entre espécies tipicamente ornitófilas, existem flores que secretam pequenas quantidades de néctar, até menos de 1 µl (Canela 2006, Rocca-de-Andrade 2006, Machado 2009).

As concentrações, ao contrário, tendem a apresentar médias mais uniformes e corroboram o relatado para flores de beija-flores (20 – 25 %) (Buchmann & Nabhan 1996, Proctor et al. 1996), como ocorreu neste estudo. Os resultados obtidos corroboraram os estudos feitos na Caatinga (Leal et al. 2006), capões do Pantanal (Araújo & Sazima 2003) e florestas (Arizmendi & Ornelas 1990, Araújo 1996, Sazima et al. 1996, Lopes 2002, Lasprilla & Sazima 2004, Canela 2006).

Espécies ornitófilas e não ornitófilas foram igualmente importantes para os beija-flores em termos de média de volume, concentração e quantidade de energia por flor de cada conjunto. Porém, analisando-se as quantidades de energia disponibilizadas ao dia, percebemos que espécies não ornitófilas, principalmente *Styrax ferrugineus*, foram as principais responsáveis pelo pico de energia ofertado aos beija-flores na estação seca, apesar de que os beija-flores não contribuem de maneira importante para a polinização destas plantas (Maruyama 2011). Cabe ressaltar ainda que esta grande quantidade de energia foi em função da grande quantidade de flores produzidas por dia e não porque estas espécies possuem as flores mais ricas em calorias. *Eriotheca gracilipes*, espécie cujas flores foram as mais ricas em energia, teve importante participação na oferta calórica apenas na área do Panga, também no período seco. Já na estação chuvosa, a maior parte da oferta de energia oferecida aos beija-flores ao dia foi em função do grande número de flores da espécie ornitófila *Palicourea rigida*, com exceção da área do Panga que teve nas espécies de *Qualea* maior participação no total de calorias produzidas.

A grande similaridade entre as áreas na composição de espécies vegetais provavelmente ocasionou a correlação positiva encontrada entre as quantidades de energia disponibilizada pelas áreas e transectos, com exceção dos transectos do Panga. Apesar da menor similaridade de espécies vegetais entre os transectos do PESCAN em relação às outras áreas, as quantidades de energia disponibilizadas por eles foram mais fortemente correlacionadas indicando que, mesmo espécies diferentes contribuíram para a ocorrência de maior disponibilidade de energia em todas as áreas ao mesmo tempo.

Durante todo ano houve espécies florescendo em todas as áreas, embora com maior número de espécies na estação seca. A ocorrência de dois picos na quantidade de energia, um na estação seca e outro na chuvosa, e dois intervalos de oferta calórica baixa implica que não se pode considerar que haja uma oferta de energia uniforme para as aves no cerrado (s.r.). Além das variações na quantidade de energia ofertada ao longo do ano, existem diferenças interanuais como revelado na análise de correlação entre a oferta energética nos diferentes anos estudados no Panga. Nestes períodos de escassez de recursos, os beija-flores têm a possibilidade de buscar alimento em áreas de mata onde há uma disponibilidade de recursos mais constante ao longo do ano (Oliveira 1998, Araújo 2010).

Considerando-se que um beija-flor necessita de seis a 10 kcal diárias para sobreviver (Carpenter 1983), cada hectare estudado poderia suportar de um a oito beija-flores no período de maior oferta de energia. O PESCAN, área que apresentou maiores valores de energia disponibilizada por transecto, teria capacidade para comportar uma maior população de beija-flores que as áreas do Panga e do CCPIU. Em períodos de menor quantidade de energia, no entanto, um hectare sozinho não seria capaz de comportar nenhum beija-flor em nenhum dos locais estudados tendo eles que explorar extensas áreas para sobreviver, ou buscar recursos em outras fisionomias. Em diversos ambientes é comum o deslocamento das populações de beija-flores entre áreas em busca de alimento (Machado et al. 2007, Buzato et al. 2000, Machado & Semir 2006), sobretudo no Cerrado (Araújo 2010). A heterogeneidade ambiental do Cerrado caracterizado como um mosaico de formações vegetais favorece que os beija-flores se locomovam entre diferentes fisionomias em busca de recursos.

Além de o Cerrado ser formado por um mosaico de fisionomias vegetais, dentro de uma mesma fisionomia, como o cerrado s.r. aqui estudado, os recursos florais podem ainda se distribuir de forma agrupada. Os indivíduos e flores estiveram reunidos formando manchas de recursos, de forma que provavelmente seja necessário que os beija-flores se movimentem entre estas manchas em busca de recursos. A distribuição agrupada também foi observada em áreas de Caatinga (Machado 2009). Este tipo de distribuição pode trazer duas consequências divergentes para as plantas. A primeira é que os beija-flores, tendo que buscar recursos em outras manchas, promovem um intercâmbio de pólen entre indivíduos distantes favorecendo a variabilidade genética das populações. A segunda, é que os beija-flores, principalmente os territorialistas, tendem a forragear em um número máximo de flores na mesma mancha ou árvore, promovendo a troca de pólen entre plantas muito próximas, possivelmente parentadas, e cruzamentos geitonogâmicos (troca de pólen entre flores de uma mesma planta). Mas este aparente paradoxo não resulta necessariamente em problemas reprodutivos, mesmo para espécies estritamente autoincompatíveis, como *Palicourea rigida*, por exemplo (Machado et al. 2010).

Beija-flores

O número de espécies de beija-flores registrado neste estudo, incluindo as observações registradas em outros trabalhos para as mesmas áreas (13), representa mais de 30 % das espécies citadas para o Bioma Cerrado (36) (Macedo 2002). Este número é relativamente alto quando comparado à maioria dos outros estudos realizados em diversos ambientes, com exceção de uma floresta tropical no Equador, onde foram registradas 26 espécies de beija-flores (Dziedzioch et al. 2003). A riqueza aqui registrada foi comparável a algumas áreas florestais no domínio Mata Atlântica (Araújo 1996, Buzato et al. 2000, Abreu & Vieira 2004, Rocca-de-Andrade 2006) porém foi maior que em outras áreas deste bioma (Sazima et al. 1996, Varassin & sazima 2000, Lopes 2002, Canela 2006, Machado &Semir 2006). O número de espécies encontrado nas áreas estudadas também foi maior que em outros biomas como capões do Pantanal (Araújo & Sazima 2003), Caatinga (Machado & Lopes 2004, Machado 2009) e campos rupestres (Machado et al. 2007) onde foram registradas de quatro a oito espécies de beija-flores.

Amazilia fimbriata, *Chlorostilbon lucidus*, *Colibri serrirostris* e *Eupetomena macroura*, espécies de beija-flores comuns às três áreas, também ocorreram em todos os outros estudos na região (Oliveira 1998, Araújo 2010, Maruyama 2010, Araújo et al. 2011) indicando serem espécies comuns no Cerrado. *A. fimbriata* foi o beija-flor que visitou o maior número de espécies em todas as áreas deste estudo e também de outros no CCPIU, seja em cerrado s.r. (Maruyama 2010) ou mata de galeria (Araújo et al. 2011). Este beija-flor foi ainda o mais frequente, não sendo observado apenas nos dois meses de estudo que apresentaram as menores quantidades de recursos em todas as áreas, meses estes em que não se observou nenhum avistamento de beija-flor. A correlação entre a quantidade de energia disponibilizada e a frequência de beija-flores também pode ser observada para as demais espécies de beija-flores. Um maior número de avistamentos de beija-flores ocorreu entre os meses de junho e julho e entre outubro e dezembro, períodos estes de maior oferta de energia em todas as áreas. O alto número de observações de beija-flores nos meses de junho e julho provavelmente ocorreu em função do maior número de espécies de plantas florescendo nesta época. No entanto, esta correlação não ocorreu no mês novembro quando se observou o maior número de visitas e de espécies de beija-flores. Neste caso certamente foi devido à abundância de

flores da ornitófila *Palicourea rigida*, principalmente no PESCAN, área onde se registrou maior número de espécies de beija-flores. Situação contrária a esta, ocorreu no estudo realizado no Pangá em 2007-08, em que não foi registrado nenhum beija-flor no mês de novembro, certamente porque o número de indivíduos e de flores de *P. rigida* nesta área é sensivelmente menor que nas demais.

A maioria dos beija-flores observados neste estudo e nos outros realizados no Cerrado (Oliveira 1998, Araújo 2010, Maruyama 2010, Araújo et al. 2011) pertencem à subfamília Trochilinae. Estes são os principais beija-flores, em número de espécies e em frequência de visitas, de áreas mais abertas como cerrado s.r., campo sujo, Caatinga e campos rupestres embora também ocorram em áreas de mata onde normalmente são mais vistos nas bordas ou dossel (Feinsinger & Colwell 1978, Stiles 1981). Um único Phaethornithinae, *Phaethornis pretrei*, foi registrado visitando flores no Cerrado da região de Uberlândia, e normalmente era visto em matas de galeria ou próximo a elas (Oliveira 1998, Araújo 2010, Maruyama 2010, Nunes 2011). Na Caatinga somente de uma a duas espécies de Phaethornithinae foram registradas em cada área de estudo (Machado & Lopes 2004, Leal et al. 2006, Machado 2009), o mesmo acontecendo em campos rupestres (Vasconcelos & Lombardi 2001, Machado et al. 2007, Rodrigues 2011) e capões do Pantanal (Araújo & Sazima 2003). Os Phaethornithinae são polinizadores mais importantes em ambientes de mata, não tanto pela riqueza de espécies, mas principalmente pelo número de espécies de plantas visitadas e pela frequência de visitas às flores. Na maioria dos estudos feitos em ambientes florestais onde ocorreram, eles foram os principais polinizadores, seja em Mata Atlântica (Canela 1996; Sazima et al. 1995, 1996; Buzato et al. 2000; Varassin 2002; Machado & Semir 2006), Amazônia (Nara & Webber 2002) ou mata de galeria do Cerrado (Oliveira 1998, Araújo 2010).

Os Trochilinae, normalmente com bicos mais curtos e mais retos, tendem a ser mais generalistas visitando flores com características relacionadas a outras síndromes, sobretudo a entomofilia, enquanto os Phaethornithinae tendem a visitar flores mais morfológicamente especializadas (Feinsinger & Cowell 1978, Dalsgaard et al. 2009). Esta relação foi observada em alguns estudos realizados na região onde a maioria das flores visitadas por Phaethornithinae era ornitófila (Oliveira 1998, Maruyama 2010), porém esta relação não pode ser confirmada no presente estudo. Nas áreas de cerrado

s.r., das oito espécies registradas sendo visitadas por *Phaethornis pretrei*, somente três eram ornitófilas. Se espécies ornitófilas e *Phaethornithinae* são mais frequentes em áreas de matas, num momento de menor oferta de recursos nestas áreas, estes beija-flores podem assumir um comportamento mais generalista visitando flores não ornitófilas em áreas de cerrado.

Os beija-flores se mostraram ativos durante todo o dia nos horário observados (entre sete e 18 horas) em quaisquer condições ambientais, ou seja, em dias ensolarados, nublados ou até mesmo sob a chuva. Mas foi visível a preferência que estas aves têm em visitar flores em dias mais quentes e nos períodos mais quentes do dia, entre 10 e 14 horas, fato observado também em outra área de Cerrado no Mato Grosso (Borges 2000).

O comportamento territorial, frequentemente associado aos *Trochilinae*, pode ser comprovado neste estudo com a observação de algumas interações agonísticas entre beija-flores e também entre eles e insetos. *Eupetomena macroura*, o maior beija-flor registrado nas áreas de cerrado s.r., foi a espécie que mais vezes expulsou outros visitantes. Outros estudos relacionam o comportamento agressivo de beija-flores com seu tamanho corporal (Buzato et al. 2000, Machado et al. 2010, Maruyama 2010, Justino et al. 2012), embora beija-flores de médio porte também possam apresentar este tipo de comportamento (Arizmendi & Ornelas 2001) como mostrado aqui com as espécies *Amazilia fimbriata*, *Thalurania furcata*, *Colibri serrirostris*, e *Chlorostilbon lucidus*.

Redes de interações

As redes de interações plantas/beija-flores estudadas demonstraram um padrão assimétrico e aninhado corroborando o descrito para redes mutualísticas em geral (Bascompte et al. 2003, Jordano et al. 2006, Lewinsohn et al. 2006). Embora este estudo não tenha abordado a polinização de fato pelos beija-flores, considerou-se que as interações são mutualísticas porque eles visitaram todas as flores legitimamente e mesmo não sendo polinizadores importantes de algumas espécies, certamente contribuem com alguma deposição de pólen.

O grau de conectância das redes de interações pode ser variável em função do habitat, como comprovado em estudo de redes de interações abelhas e plantas (Biesmeijer et al. 2005). Em tal estudo, o Cerrado mostrou menor conectância que

habitats também mais secos como Dunas e Caatinga (entre nove e 16 %) (Biesmeijer et al. 2005). No entanto, o nível médio de generalização das redes apresentado no presente estudo (38 %) foi maior que o descrito para redes de interações polinizadores/plantas em geral (Olesen & Jordano 2002, Biesmeijer et al. 2005). No presente trabalho, basicamente as mesmas espécies constituíram os grupos generalistas e especialistas (quanto ao número de interações), tanto de plantas como de beija-flores, em todas as redes apresentadas.

É importante ressaltar que o conceito de especialista/generalista aplicado às redes de interações não é o mesmo conceito ecológico aplicado à especialização morfofisiológica de espécies. Assim, uma espécie considerada generalista em relação ao tipo de visitante/polinizador pode apresentar comportamento especialista na rede de interações por ter sido visitada por apenas uma espécie de animal do grupo observado. Da mesma forma, uma espécie especialista quanto ao tipo de visitante, pode ter sido visitada por muitas espécies de polinizadores, sendo então considerada na rede, uma espécie generalista. Como exemplo, podemos citar *Eriotheca gracilipes*, uma espécie com flores abertas que podem atrair grande quantidade de visitantes florais, esteve entre as mais especialistas nas redes por ter sido observado nela apenas uma espécie de beija-flor visitante em cada área. Já *Palicourea rigida*, espécie tipicamente ornitófila, poderia ser considerada mais especialista quanto aos visitantes florais, no entanto, foi visitada por todas as espécies de beija-flores registradas, sendo assim considerada a mais generalista de todas as espécies de plantas das redes.

O padrão aninhado e assimétrico das redes foi caracterizado pela presença destes grupos generalistas interagindo entre si, formando um núcleo de interações interligado às espécies especialistas. Esse modelo de interação confere à rede uma maior coesão dando maior estabilidade ao sistema diante de perturbações ambientais e permite às espécies raras persistirem na comunidade diante de flutuações causadas por perda ou extinção de espécies (Bascompte et al. 2003, Jordano et al. 2006). Desta forma, as propriedades das redes podem ser mais importantes que a própria composição de espécies, mantendo o sistema funcionando mesmo quando houver mudanças na comunidade (Biesmeijer et al. 2005).

Tanto os gráficos bipartidos quanto o índice de importância mostraram que *Palicourea rigida* foi a espécie mais importante como recurso floral para os beija-flores,

sendo a espécie mais visitada por eles. Na área do Panga, porém, todas as espécies tiveram índices de importância muito próximos, não havendo uma espécie com valor tão diferenciado das demais. Talvez porque nesta área *P. rigida* não seja um recurso tão abundante como nas outras em termos de número de indivíduos e de flores. De qualquer forma esta espécie esteve entre as que tiveram os maiores índices de importância. Também nas áreas do PESCAN e CCPIU, excetuando-se *P. rigida*, as demais espécies pareceram ser igualmente importantes para os beija-flores.

CONCLUSÕES

- O número de espécies vegetais com flores tipicamente ornitófilas nos ambientes de cerrado s.r. foi bem menor que em ambientes florestais tropicais, como a Mata Atlântica brasileira. Estes ambientes são conhecidos por apresentar o maior número de espécies visitadas/polinizadas por beija-flores. No entanto, a diversidade de espécies de beija-flores registrada nestes ambientes de cerrado foi relativamente alta, sendo maior até que em muitas áreas de florestas. Sendo assim, estas aves parecem estar adaptadas a utilizar uma maior gama de recursos não especializados, talvez pela baixa ocorrência de grupos tipicamente ornitófilos e por não haver diferenças significativas entre as características do néctar destes dois grupos de flores.

- Apesar da grande diversidade beta apresentada por áreas de Cerrado, houve uma grande similaridade nos recursos florais utilizados por beija-flores entre as áreas estudadas e também entre os transectos de cada área. É que, embora uma das áreas esteja um pouco mais distante das demais, todas elas se encontram em uma mesma região fitogeográfica, não havendo grande diferenciação na composição florística. É possível que seja também devido à similaridade quanto ao padrão de oferta de recursos florais na forma de néctar e energia que foi semelhante entre as áreas e transectos.

- As redes de interações plantas/beija-flores no cerrado mostraram padrão aninhado, como na maioria das redes mutualísticas, com altos valores de conectância, ou seja, forte grau de generalização nas interações. As espécies de planta demonstraram ser igualmente importantes para os beija-flores com índices de importância muito próximos, com exceção de *Palicourea rigida* que na maioria das áreas apresentou maior importância que as demais espécies.

- Do ponto de vista da importância que cada espécie exerce sobre a outra numa interação ecológica, em ambientes florestais, os beija-flores são fundamentais para a reprodução de muitas espécies vegetais, muitas vezes sendo até mesmo os únicos a

efetivamente polinizarem determinadas espécies de plantas. Ao mesmo tempo, estas plantas são de suma importância na sobrevivência dos beija-flores, constituindo a sua mais importante ou única fonte de energia. Em ambientes de Cerrado, ao que parece, as espécies vegetais que oferecem néctar são mais importantes para os beija-flores, que o contrário. Isto porque eles utilizam muitas flores na sua alimentação que são também visitadas por outros animais e a inadequação morfológica faz com que a polinização destas plantas fique a cargo de outros polinizadores mais eficientes. Se os beija-flores utilizassem somente plantas tipicamente ornitófilas, não conseguiriam se manter nestas áreas ao longo do tempo, sendo então as espécies nectaríferas visitadas por eles, ornitófilas ou não, fundamentais na sua sobrevivência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, C.R.M. & Vieira, M.F. 2004. Os beija-flores e seus recursos florais em um fragmento florestal de Viçosa, sudeste brasileiro. *Lundiana* 5(2): 129-134.
- Abrol, D.P. 2005. Pollination energetics. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 8: 3-14.
- Almeida, A.F. & Sarmento, F.N.M. (coord.). 1998. Parque Estadual da Serra de Caldas-Plano de Manejo. Goiânia: CTE (Centro Tecnológico de Engenharia Ltda), FEMAGO - Fundação Estadual do Meio Ambiente.
- Almeida-Neto, M.; Guimarães, P.; Guimarães, P.R.; Loyola, R.D. & Ulrich, W. 2008. A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconcilings concept and measurement. *Oikos* 117: 1227-1239.
- Apolinário, V. & Schiavini, I. 2002. Levantamento fitossociológico de espécies arbóreas de cerrado (*stricto sensu*) em Uberlândia, MG. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 10: 57-75.
- Araujo, A.C. 1996. Beija-flores e seus recursos florais numa área de planície costeira do litoral norte de São Paulo. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 69 pp.
- Araújo, A.C.; Fischer, E. & Sazima, M. 2004. As bromélias na região do Rio Verde. In: Marques, O.A.V. & Duleba, W. (eds.). Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna. Holos Editora, Ribeirão Preto.
- Araújo, A.C. & Sazima, M. 2003. The assemblage of flowers visited by hummingbirds in the “capões” of southern Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Flora* 189: 1-9.
- Araújo, F.P. 2010. A comunidade de plantas utilizadas e suas interações com beija-flores em uma área de Cerrado, Uberlândia - Minas Gerais. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 147 pp.
- Araújo, F.P. & Oliveira, P.E. 2007. Biologia floral de *Costus spiralis* (Jacq.) Roscoe (Costaceae) e mecanismos para evitar a autopolinização. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 61-70.

- Araújo, F.; Barbosa, A.A.A. & Oliveira, P.E. 2011. Floral resources and hummingbirds on an island of flooded forest in Central Brazil. *Flora* 206(9): 827-835.
- Arizmendi, M.C. & Ornelas J.F. 1990. Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in Mexico. *Biotropica* 22(2): 172-180.
- Armbruster, W.S. 2006. Evolutionary and Ecological Aspects of Pollination: Views from the Artic to the Tropics. In: Waser, N.M. & Oleron, J. (eds.). Plant-Pollinator Interactions. From Specialization to Generalization. The University of Chicago Press, Chicago. 260-282.
- Ayres, M.; Ayres Jr., M.; Ayres, D.L & Santos, A.A.S. 2007. Bio Estat: Aplicações Estatísticas nas áreas das Ciências Bio-Médicas. Versão 5.0. Sociedade Civil Mamirauá, MCT – CNPq. Belém, PA.
- Baker, H.G. & Baker, I. 1983. Floral Nectar Sugar Constituents in Relation to Pollinator Type. In: Jones, C.E. & Little, R.J. (eds.). Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand Reinhold, New York. 117-141.
- Barbosa, A.A.A. & Sazima, M. 2008. Biologia reprodutiva de plantas herbáceo-arbustivas de uma área de campo sujo de Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado Ecologia e Flora. V1. EMBRAPA. Planaltina, DF. 291-318.
- Barros, M.G. 2001. Pollination ecology of *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. and *Tabebuia ochracea* (Cham.) Standl. (Bignoniaceae) in Central Brazil cerrado vegetation. *Revista Brasileira de Botânica* 24(3): 255-261.
- Barth, F.G. 1985. Insects and Flowers: The Biology of a Partnership. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 297 pp.
- Bascompte, J.; Jordano, P.; Melián, C.J. & Olesen, J.M. 2003. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 100(16): 9383-9387.
- Bascompte, J.; Jordano, P. & Olesen, J.M. 2006. Asymmetric Coevolutionary Networks Facilitate Biodiversity Maintenance. *Science* 312: 431-433.
- Bascompte, J. & Jordano, P. 2007. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 38: 567-593.

- Batagelj, V. & Mrvar, A. 1998. Pajek – Program for Large Network Analysis. *Connections* 21(2): 47-57.
- Bawa, K.S. 1990. Plant-pollinator interactions in a tropical rain forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 339-422.
- Biesmeijer, J.C.; Slaa, E.J.; Castro, M.S.; Viana, B.F.; Kleinerts, A.M.P. & Imperatriz-Fonseca, V.L. 2005. Connectance of Brazilian social bee – food plant networks is influenced by habitat, but not by latitud, altitud or network size. *Biota Neotropica* 5(1): 85-93.
- Bridgewater, S.; Ratter , J.A. & Ribeiro, J.F. 2004. Biogeographic patterns, β -diversity and dominance in the Cerrado biome of Brazil. *Biodiversity and Conservation* 13: 2295-2318.
- Borges, H.B.N. 2000. Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do Cerrado. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 160 pp.
- Brower, J.E. & Zar, J.H. 1984. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown. Duduque, EUA. 2nd ed. 226 pp.
- Buzato, S.; Sazima, M. & Sazima, I. 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic forest sites. *Biotropica* 32: 824-841.
- Buchmann, S.L. & Nabhan, G.P. 1996. *The Forgotten Pollinators*. Island Press, Washington, DC. 292 pp.
- CBRO – Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. Lista das Aves do Brasil. 2010. www.cbro.org.br
- Canela, M.B.F. 2006. Interações entre plantas e beija-flores numa comunidade de Floresta Atlântica Montana em Itatiaia, RJ. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 75 pp.
- Canela, M.B.F. & Sazima, M. 2005. The pollination of *Bromelia antiacantha* (Bromeliaceae) in Southeastern Brazil: Ornithophilous versus Melittophilous Features. *Plant Biology* 7: 411-416.
- Cardoso, E.; Moreno, M.I.C; Bruna, E.M. & Vasconcelos, H.L. 2009. Mudanças Fitofisionômicas no Cerrado: 18 anos de Sucessão Ecológica na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. *Caminhos de Geografia* 10(32): 254-268.

- Cardoso, E. & Schiavini, I. 2002. Relação entre distribuição de espécies arbóreas e topografia em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG). *Revista Brasileira de Botânica* 25: 277-289.
- Carpenter, F.L. 1983. Pollination energetics in avian communities: Simple concepts and complex realities. In: Jones, C.E. & Little, R.J. (eds.). *Handbook of Experimental Pollination Biology*. Van Nostrand Reinhold, New York. 215-234.
- Carvalho, C.B.V. 1999. Memória e aprendizado: influência de características florais no padrão de forrageamento de beija-flores (Aves, Trochilidae). Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília. 44 pp.
- Carvalho, F.A.; Rodrigues, V.H.P.; Kilca, R.V.; Siqueira, A.S.; Araújo, G.M. & Schiavini, I. 2008. Composição florística, riqueza e diversidade de um cerrado *sensu stricto* no sudeste do Estado de Goiás. *Bioscience Journal* 24(4): 64-72.
- Castellanos, M.C.; Wilson, P. & Thomson, J.D. 2003. Pollen transfer by hummingbirds and bumblebees, and the divergence of pollination modes in *Penstemon*. *Evolution* 57(12): 2742-2752.
- Castro, C.C. & Oliveira, P.E.A.M. 2001. Reproductive biology of the protandrous *Ferdinandusa speciosa* Pohl (Rubiaceae) in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 24(2): 167-172.
- Cochrane, T.T.; Sanchez, L.G.; Azevedo, L.G.; Porras, J.A. & Garver, C.L. 1985. Land in Tropical America. Cali: CIAT: EMBRAPA-CPAC.
- Coelho, C.P. & Barbosa, A.A.A. 2003. Biologia reprodutiva de *Palicourea macrobotrys* Ruiz & Pavon (Rubiaceae): um possível caso de homostilia no gênero *Palicourea* Aubl. *Revista Brasileira de Botânica* 26(3): 403-413.
- Consolaro, H.N. 2008. A distilia em espécies de Rubiaceae do bioma Cerrado. Tese de doutorado. Universidade de Brasília, Brasília. 96 pp.
- Consolaro, H.N.; Silva, E.B. & Oliveira, P.E. 2005. Variação floral e biologia reprodutiva de *Manettia cordifolia* Mart. (Rubiaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 28(1): 85-94.
- Costa, A.A. & Araújo, G.M. 2001. Comparação da vegetação arbórea de cerradão e de cerrado na Reserva do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. *Acta Botanica Brasilica* 15(1): 63-72.

- Costanza, R.; d'Arge, R.; de Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.; Paruelo, J.; Raskin, R.; Sutton, P. & van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387(15): 253-260.
- Dalsgaard, B.; González, A.M.M.; Olesen, J.M.; Ollerton, J.; Timmermann, A.; Andersen, L.H. & Tossa, A.G. 2009. Plant-hummingbird interactions in the West Indies: floral specialisation gradients associated with environment and hummingbird size. *Oecologia* 159: 757-766.
- Dafni, A. 2005. Rewards in flowers. In: Dafni, A.; Kevan, P.G & Husband, B.C. (eds.) Practical Pollination Biology. Enviroquest, Ontario, Canada. 233-236.
- Diamond, J.M.; Karasov, W.H.; Phan, D. & Carpenter, F.L. 1986. Digestive physiology is a determinant of foraging bout frequency in hummingbirds. *Nature* 320: 62-63.
- Dias, B.F.S. 1991. Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Fundação Pró – Natureza. Brasília.
- Dziedzioch, C.; Stevens, A.D. & Gottsberger, G. 2003. The hummingbird plant community of a tropical montane rain forest in Southern Ecuador. *Plant Biology* 5: 331-337.
- Faegri, K. & van der Pijl, L. 1979. The Principles of Pollination Ecology. Pergamon Press. Oxford. 244 pp.
- Faleiro, W. 2007. Composição florística e estrutural da comunidade arbórea em duas áreas de cerrado *sensu stricto*, em Uberlândia – MG. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 42 pp.
- Feinsinger, P. 1978. Ecological interactions between plants and hummingbirds in a successional tropical community. *Ecological monographs* 48: 269-287.
- Feinsinger, P. 1983. Coevolution and pollination. In: Futuyma, D.J. & Slatkin, M. (eds.). Coevolution. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts. 282-310.
- Feinsinger, P. & Colwell, R.K. 1978. Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *American Zoologist* 18: 779-795.
- Felfili, J.M.; Felfili, M.C.; Nogueira, P.E.; Armas, J.F.S.; Farinas, M.R.; Nunes, M.; Silva-Júnior, C.M.; Rezende, A.V. & Fagg, C.W. 2008. Padrões Fitogeográficos e suas Relações com Sistemas de Terras no Bioma Cerrado. In: Sano, S.M.;

- Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado Ecologia e Flora. V1. EMBRAPA. Planaltina, DF. 213-228.
- Felfili, J.M.; Silva-Júnior, C.M.; Sevilha, A.C.; Fagg, C.W.; Walter, B.M.T.; Nogueira, P.E. & Rezende, A.V. 2004. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. *Plant Ecology* 175: 37-46.
- Fischer, E.A. 1994. Polinização, fenologia e distribuição espacial de Bromeliaceae numa comunidade de Mata Atlântica, litoral sul de São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 80 pp.
- Franceschinelli, E.V. 2005. The pollination biology of two species of *Helicteres* (Malvaceae) with different mechanisms of pollen deposition. *Flora* 200: 65-73.
- Franceschinelli, E.V. & Bawa, K.S. 2000. The effect of ecological factors on the mating system of a South American shrub species (*Helicteres brevispira*). *Heredity* 84: 116-123.
- Freitas, L. & Sazima, M. 2006. Pollination biology in a tropical high-altitude grassland in Brazil: interactions at the community level. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 93(3): 465-516.
- Galetto, L. & Bernadello, G. 2005. Rewards in Flowers – Nectar. In: Dafni, A.; Kevan, P.G., & Husband, B.C. (eds.). Practical Pollination Biology. Enviroquest. Ontario, Canada. 261-313.
- Ghiringhelllo, G.B. & Tubelis, D.P. 2009. Espécies de plantas visitadas por *Heliactin bilophus* (Aves, Trochilidae) na Chapada dos Veadeiros, durante a estação chuvosa. *Biotemas* 22: 139-145.
- Gómez, J.M. & Zamora, R. 2006. Ecological Factores that Promote the Evolution of Generalization in Pollination Systems. In: Waser, N.M. & Olerton, J. (eds.) Plant-Pollinator Interactions. From Specialization to Generalization. The University of Chicago Press, Chicago. 145-166.
- Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. 2006. Life in the Cerrado. V II. Pollination and seed dispersal – A South American tropical seasonal ecosystem. Reta Verlag, Ulm. 382 pp.
- Grantsau, R. 1989. Os beija-flores do Brasil. Expressão e Cultura. Rio de Janeiro. 234 pp.

- Guimarães, P.R. & Guimarães, P. 2006. Improving the analyses of nestedness for large sets of matrices. *Environmental Modelling & Software* 21: 1512-1513.
- Hainsworth, F.R. 1974. Food quality and foraging efficiency. *Journal of Comparative Physiology*. 88: 425-431.
- Heinrich, B. 1975. Energetics of pollination. *Annual Review of Ecology and Systematics* 6: 139-170.
- Jordano, P.; Bascompte, J. & Olesen, J.M. 2006. The Ecological Consequences of Complex Topology and Nested Structure in Pollination Webs. *In: Waser, N.M. & Ollerton, J. (eds.). Plant-Pollinator Interactions. From Specialization to Generalization.* The University of Chicago Press, Chicago. 173-199.
- Justino, D.G.; Maruyama, P.K. & Oliveira, P.E. 2012. Floral resource availability and hummingbird territorial behaviour on a Neotropical savanna shrub. *Journal of Ornithology* 153: 189-197.
- Kaehler, M.; Varassin, I.G. & Goldenberg, R. 2005. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atlântica Alto-montana no Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28(2): 219-228.
- Karasov, W.H.; Duong, P.; Diamond, J.M. & Carpenter, F.L. 1986. Food passage and intestinal nutrient absorption in hummingbirds. *The Auk* 103(3): 453-464.
- Kearns,C.A.; Inouye, D.Y. & Waser N.M. 1998. Endangered Mutualisms: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:83-112
- Kessler, M. & Krömer, T. 2000. Patterns and ecological correlates of pollination modes among Bromeliad communities of Andean forests in Bolivia. *Plant Biology* 2: 659-669.
- Klink, C.A; Santos, H.G.; Campari Jr., J.S.; Matsumoto, M.H.; Freitas, G.K. & Baumgarten, L. 2008. Conservação dos Recursos Naturais em Terras Privadas. O papel das reservas legais no arranjo das paisagens produtivas do bioma Cerrado. *In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado Ecologia e Flora. V1. EMBRAPA. Planaltina, DF.* 399-406.
- Krömer, T.;Kessler, M. & Herzog, M. 2006. Distribution and flowering ecology of bromeliads along two climatically contrasting elevational transects in the Bolivian Andes. *Biotropica*38(2): 183-195.

- Lasprilla, L.R. & Sazima, M. 2004. Interacciones planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15: 183-190.
- Leal, F.C.; Lopes, A.V. & Machado, I.C. 2006. Polinização por beija-flores em uma área de caatinga no Município de Floresta, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 29(3): 379-389.
- Lewinsohn, T.M.; Prado, P.I.; Jordano, P.; Bascompte, J. & Olesen, J.M. 2006. Structure in plant-animal interaction assemblages. *Oikos* 113(1): 174-184.
- Lopes, A.V.F. 2002. Polinização por beija-flores em remanescente da mata atlântica pernambucana, Nordeste do Brasil. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 131 pp.
- Lopes, S.F.; Vale, V.S.; Oliveira, A.P. & Schiavini, I. 2011. Análise comparativa da estrutura e composição florística de cerrado no Brasil Central. *Interciência* 36(1): 8-15.
- Macedo, R.H.F. 2002. The Avifauna: Ecology, Biogeography, and Behavior. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. *The Cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York. 242-265.
- Machado, A.O.; Silva, A.P.; Consolaro, H.N.; Barros M.G & Oliveira, P.E. 2010. Breeding biology and distyly in *Palicourea rigida* H.B. & K. (Rubiaceae) in the Cerrados of Central Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 24(3): 686-696.
- 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.
- Machado, C.G.; Coelho, A.G.; Santana, C.S. & Rodrigues, M. 2007. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, Bahia. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15(2): 215-227.
- 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.
- Machado, I.C. & Lopes, A.V. 2004. Floral Traits and Pollination Systems in the Caatinga, a Brazilian Tropical Dry Forest. *Annals of Botany* 94: 365-376.

- Martinelli, G. 1994. Reproductive biology of Bromeliaceae in the Atlantic rainforest of Southeastern Brazil. PhD thesis. University of St. Andrews. St. Andrews, Scotland.
- Martins, F.Q. & Batalha, M.A. 2006. Pollination systems and floral traits in cerrado woody species of the Upper Taquari region (Central Brazil). *Brasilian Journal of Biology* 66(2A): 543-552.
- Maruyama, P.K. 2011. Disponibilidade de recursos florais e o seu uso por beija-flores em uma área de cerrado de Uberlândia, MG. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 49pp.
- McWhorter, T.J. & del Rio, C.M. 2000. Does gut function limit hummingbird food intake? *Physiological and Biochemical Zoology* 73: 313-324.
- Melo, C. 2001. Diurnal bird visiting of *Caryocar brasiliense* Camb. in Central Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 61(2): 311-316.
- Mendonça, L.B. & Anjos. 2003. Bird-flower interactions in Brazil: a review. *Ararajuba* 11(2): 195-205.
- Mendonça, R.C.; Felfili, J.M.; Walter, B.M.T.; Silva-Júnior, M.C.; Resende, A.V.; Filgueiras, T.S.; Nogueira, P.E. & Fagg, C.W. 2008. Flora Vascular do Bioma Cerrado. Checklist com 12.356 espécies. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). *Cerrado Ecologia e Flora*. V2. EMBRAPA. Planaltina, DF. 421-1279.
- Murray, K.G. 2000. The importance of different bird species as seed dispersers. In: Nadkarni, N.M., Wheelwright, N.T. (eds). *Monteverde: ecology and conservation of a tropical cloud forest*. Oxford University Press, New York. 294-295.
- Nara, A.K. & Webber, A.C. 2002. Biologia floral e polinização de *Aechmea beeriana* (Bromeliaceae) em vegetação de baixio na Amazônia Central. *Acta Amazonica* 32(4): 571-588.
- Newstron, L.E.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest at La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 26: 141-159.
- Nicolson, S.W. & Fleming, P.A. 2003. Nectar as food for birds: the physiological consequences of drinking dilute sugar solutions. *Plant Systematic and Evolution* 238: 139–153.

- Nunes, C.H. 2011. Estratégias de forrageamento de beija-flores (Aves: Trochilidae) em relação à densidade de recursos florais de *Palicourea rigida* Kunth (Rubiaceae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 38 pp.
- Olesen, J.M. & Jordano, P. 2002. Geographic patterns in plant–pollinator mutualistic networks. *Ecology* 83(9): 2416-2424.
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (eds.). *The Cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York. 91-120.
- Oliveira, G.M. 1998. Disponibilidade de recursos florais para beija-flores num Cerrado de Uberlândia, MG. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília. 56 pp.
- Oliveira, P.E. 1991. The pollination and reproductive biology of a Cerrado Woody community in Brazil. Ph.D. Thesis. University of Sant Andrews. 138 pp.
- Oliveira, P.E. & Gibbs, P.E. 1994. Pollination biology and breeding systems of six *Vochysia* species (Vochysiaceae) in Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 10: 509-522.
- Oliveira, P.E. & Gibbs, P.E. 2000. Reproductive Biology of Woody Plants in a Cerrado Community of Central Brazil. *Flora* 195: 311-329.
- Oliveira, P.E. & Gibbs, P.E. 2002. Pollination and Reproductive Biology in Cerrado Plant Communities. In: Oliveira, P.S. & Marquis, R.J. (eds). *The Cerrados of Brazil*. Columbia University Press, New York. 329-347.
- Percival, M.S. 1965. *Floral Biology*. Pergamon Press, New York. 243pp.
- Piacentini, V.Q. & Varassin, I.G. 2007. Interaction network and the relationships between bromeliads and hummingbirds in an area of secondary Atlantic rain forest in southern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 23: 663-671.
- Proctor, M.; Yeo, P. & Lack. A. 1996. *The Natural History of Pollination*. Harpes Collins Publishers, London. 479pp.
- Pyke, G.H. & Waser, N.M. 1981. The Production of dilute nectars by hummingbird and honeyeater flowers. *Biotropica* 13(4): 260-270.
- Ratter, J.A.; Bridgewater, S. & Ribeiro, J.F. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 60: 57-109.

- Ribeiro, J.F. & Walter, B.M.T. 2008. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado Ecologia e Flora. V1. EMBRAPA. Planaltina, DF. 151-212.
- Rocca-de-Andrade, M.A. 2006. Recurso floral para aves em uma comunidade de mata atlântica de encosta: sazonalidade e distribuição vertical. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 118 pp.
- Rojas, R. & Ribon, R. 1997. Guilda de aves em *Bowdichia virgilioides* (Fabaceae: Faboideae) em área de Cerrado de Furnas, Minas Gerais. Ararajuba 5(2): 189-194.
- Rodrigues, L.C. 2011. Beija-flores e seus recursos florais em uma área de campo rupestre: composição de espécies, sazonalidade e rede de interações. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 118 pp.
- Rosa, R.; Lima, S.C.C. & Assunção, W.L. 1991. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). Sociedade e Natureza 3: 91-108.
- Sampaio, D.S. 2010. Biologia reprodutiva de espécies de Bignoniaceae ocorrentes no Cerrado e variações no sistema de autoincompatibilidade. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 251 pp.
- Santos, M.L.; Afonso, A.P. & Oliveira, P.E. 1997. Biologia floral de *Vochysia cinnamomea* Pohl (Vochysiaceae) em cerrados do Triângulo Mineiro, MG. Revista Brasileira de Botânica 20(2): 127-132.
- Santos, G.M.M.; Aguiar, C.M.L. & Mello, M.A.R. 2010. Flower-visiting guild associated with the Caatinga flora: trophic interaction networks formed by social bees and social wasps with plants. Apidologie 41: 466-475.
- Sazima I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1995. The saw-billed hermit *Ramphodon naevius* and its flowers in southeastern Brazil. Journal of Ornithology 136: 195-206.
- Sazima, I.; Buzato, S. & Sazima, M. 1996. An assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane forest in southeastern Brazil. Botanica Acta 109: 149-160.
- Schiavini, I. & Araújo, G.M. 1989. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga. Sociedade e Natureza 1: 61-66.
- Scrok G.J. & Varassin, I.G. 2011. Reproductive biology and pollination of *Aechmea distichantha* Lem. (Bromeliaceae) Acta Botanica Brasilica 25 (3): 571-576.
- Sick, H. 1984. Ornitologia Brasileira: uma introdução. Universidade de Brasília, Brasília, DF.

- Sick, H. 1997. Ornitologia Brasileira. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 862 pp.
- Sigrist, T. 2009. Avifauna Brasileira. Descrição das espécies. Avisbrasilis. Vinhedo, SP. 305 pp.
- Silberbauer-Gottsberger, I. & Gottsberger, G. 1988. A polinização de plantas do Cerrado. *Revista Brasileira de Biologia* 48: 651-663.
- Silva, F.A.M.; Assad, E.D. & Evangelista, B.A. 2008. Caracterização Climática do Bioma Cerrado. In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado Ecologia e Flora. V1. EMBRAPA. Planaltina, DF. 69-88.
- Silva, L.O.; Costa, D.A.; Santo Filho, K.E.; Ferreira, H.D. & Brandão, D. 2002. Levantamento florístico e fitossociológico em duas áreas de cerrado sensu stricto no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás. *Acta Botanica Brasilica* 16: 43-53.
- Simpson, B.B. & Neff, J.L. 1983. Evolution and diversity of floral rewards. In: Jones, C.E. & Little, R.J. (eds.). *Handbook of experimental pollination biology*. Van Nostrand Reinhold, New York. 142-159.
- Snow, B.K. 1981. Relationships between hermit hummingbirds and their food plants in Eastern Ecuador. *Bull. B.O.C.* 101: 387-396.
- Snow, D.W. & Snow, B.K. 1986. Feeding ecology of hummingbirds in the the Serra do Mar, Southeastern Brazil. *El Hornero* 12: 286-296.
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1981. *Biometry. The Principles and Practice of Statisticd in Biological Research*. 2nd ed. W.H. Freeman and Company, New York. 859 pp.
- Stiles, F.G. 1976. Taste preferences, color preferences, and flower choice in hummingbirds. *Condor* 78: 10-26.
- Stiles, F.G. 1978. Temporal organization of flowering among the hummingbirds foodplants of a tropical wet forest. *Biotropica* 10: 194-210.
- Stiles, F.G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annals Missouri Botanical Garden* 68: 323-351.
- Stiles, F.G. & Freeman, C.E. 1993. Patterns in floral nectar characteristics of some bird-visited plant species form Costa Rica. *Biotropica* 25: 191-205.
- Suarez, R.K. & Gass, C.L. 2002. Hummingbird foraging and the relation between bioenergetics and behaviour. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*. 133: 335-343.

- Thomson, J.D.; Wilson, P.; Valenzuela, M. & Malzone, M. 2000. Pollen presentation and pollination syndromes, with special reference to *Penstemon*. Plant Species Biology 15: 11-29.
- Varassin, I.G. 2002. Estrutura espacial e temporal de uma comunidade de Bromeliaceae e seus polinizadores em floresta atlântica no sudeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 96 pp.
- Varassin, I.G. & Sazima, M. 2000. Recursos de Bromeliaceae utilizados por beija-flores e borboletas em Mata Atlântica no Sudeste do Brasil. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão 11/12: 57-70.
- Vasconcelos, F.V. & Lombardi, J.A. 2001. Hummingbirds and their flowers in the campos rupestres of southern Espinhaço Range, Brazil. Melopsittacus 4: 3-30.
- Vázquez, D.P.; Blüthgen, N.; Cagnolo, L. & Chacoff, N.P. 2009. Uniting pattern and process in plant-animal mutualistic networks: a review. Annals of Botany 103: 1445-1457.
- Vázquez, D.P.; Melián C.J.; Williams, N.M.; Blüthgen, N.; Krasnov B.R. & Poulin, R. 2007. Species abundance and asymmetric interaction strength in ecological networks. Oikos 116: 1120-1127.
- Vosgueritchian, S.B. & Buzato, S. 2006. Reprodução sexuada de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) e interação planta-animal. Revista Brasileira de Botânica 29(3): 433-442.
- Walter, B.M.T.; Carvalho, A.M. & Ribeiro, J.F. 2008. O Conceito de Savana e de seu Componente Cerrado In: Sano, S.M.; Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.). Cerrado Ecologia e Flora. V1. EMBRAPA. Planaltina, DF. 19-46.
- Waser, N.M.; Chittka, L.; Price, M.V.; Williams. N.M, & Ollerton, J. 1996. Generalization in Pollination Systems, and Why it Matters. Ecology 77: 1043-1060.
- Waser, N.M. 2006. Specialization and Generalization in Plant-Pollinator Interactions: A Historical Perspective. In: Waser, N.M. & Ollerton, J. Plant-Pollinator Interactions. From Specialization to Generalization. The University of Chicago Press, Chicago. 3-17.

Anexo 1 – Índices de dispersão (variância, média e qui-quadrado) do número de indivíduos por parcelas em cada transecto das áreas do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU) e da Estação Ecológica do Panga (EEP). a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos do Panga.

	a		c		e		
Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.	Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.
0,224	0,239742	1,070276	160,7143	0,104	0,158452	1,523573	201,9231
0,624	0,849419	1,361249	246,7949	0,136	0,134581	0,989564	139,7059
0,832	1,124774	1,351892	271,6346	0,584	1,148129	1,965974	316,7808
0,6	0,677419	1,129032	215	0,496	0,687484	1,386056	233,871
0,552	0,717032	1,298971	230,0725	0,416	0,519097	1,247829	206,7308
0,24	0,280645	1,169355	175	0,136	0,15071	1,108159	154,4118
0,336	0,531355	1,581413	238,0952	0,024	0,039742	1,655914	208,3333
0,32	0,46129	1,441532	218,75	0	0		
0,072	0,083484	1,159498	152,7778	0,528	0,751226	1,422776	242,4242
0,056	0,05329	0,951613	125	0,04	0,03871	0,967742	125
0,008	0,008	1	125	0,176	0,162323	0,922287	136,3636
0,072	0,067355	0,935484	125	0,12	0,106452	0,887097	125
0,656	0,872645	1,330252	246,9512	0,328	0,399613	1,218332	192,0732
1,008	1,556387	1,544035	317,4603	0,944	1,488774	1,577091	313,5593
0,68	0,864516	1,271347	242,6471	2,312	5,426065	2,346914	580,0173
0,528	0,622194	1,178397	212,1212	1,928	5,115742	2,653393	570,0207
0,36	0,425806	1,182796	191,6667	1,144	4,75329	4,154974	658,2168
0,264	0,244258	0,92522	147,7273	0,528	2,627355	2,400293	363,6364
0,144	0,124258	0,862903	125	0,24	0,409677	1,706989	241,6667
0,064	0,076516	1,195565	156,25	0,12	0,170968	1,424731	191,6667
0,152	0,162194	1,067063	151,3158	0,544	0,750065	1,378795	238,9706
0,24	0,312903	1,303763	191,6667	0,44	0,619355	1,407625	229,5455
0,216	0,332	1,537037	217,5926	0,344	0,550065	1,599025	241,2791
0,216	0,202968	0,939665	143,5185	0,232	0,292516	1,260845	185,3448
0,16	0,135484	0,846774	125	0,36	0,667742	1,854839	275
0,168	0,205419	1,222734	172,619	0	0		
0,16	0,183871	1,149194	162,5	0,176	0,307484	1,747067	238,6364

	b		d		f		
Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.	Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.
0,136	0,166839	1,226755	169,1176	0,056	0,05329	0,951613	125
0,496	0,897161	1,808793	286,2903	0,056	0,069419	1,239631	160,7143
0,944	1,150065	1,218289	269,0678	0,12	0,122581	1,021505	141,6667
0,896	1,206839	1,346918	279,0179	0,08	0,090323	1,129032	150
1,48	2,396774	1,619442	385,8108	0,088	0,080903	0,919355	125
0,496	0,59071	1,190947	209,6774	0,088	0,080903	0,919355	125
0,232	0,276387	1,191324	176,7241	0,016	0,032	2	250
0,256	0,337161	1,317036	195,3125	0,024	0,023613	0,983871	125
0,064	0,060387	0,943548	125	0,096	0,087484	0,91129	125
0,104	0,142323	1,368486	182,6923	0,056	0,085548	1,52765	196,4286
0	0			0,056	0,069419	1,239631	160,7143
0,024	0,039742	1,655914	208,3333	0,088	0,097032	1,102639	147,7273
0,272	0,248	0,911765	147,0588	0,168	0,18929	1,126728	160,7143
0,616	0,738452	1,198785	225,6494	0,328	0,383484	1,169158	185,9756
0,688	0,684129	0,994374	209,3023	0,832	1,318323	1,584522	300,4808
0,552	0,636387	1,152875	211,9565	0,72	0,864516	1,200717	238,8889
0,312	0,297032	0,952026	157,0513	0,536	0,702323	1,310303	229,4776
0,08	0,090323	1,129032	150	0,24	0,264516	1,102151	166,6667
0,032	0,031226	0,975806	125	0,08	0,090323	1,129032	150
0,04	0,03871	0,967742	125	0,104	0,093935	0,903226	125
0,12	0,122581	1,021505	141,6667	0,088	0,097032	1,102639	147,7273
0,36	0,441935	1,227599	197,2222	0,264	0,276516	1,04741	162,8788
0,264	0,324903	1,230694	185,6061	0,296	0,322968	1,091107	172,2973
0,336	0,531355	1,581413	238,0952	0,168	0,253806	1,510753	208,3333
0,128	0,160903	1,257056	171,875	0,16	0,2	1,25	175
0,256	0,304903	1,191028	179,6875	0	0		
0,136	0,15071	1,108159	154,4118	0,096	0,103613	1,079301	145,8333

Anexo 2 – Índices de dispersão (variância, média e qui-quadrado) do número de flores por parcelas em cada transecto das áreas do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN), do Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia (CCPIU) e da Estação Ecológica do Panga (EEP). a e b: transectos do PESCAN, c e d: transectos do CCPIU, e e f: transectos do Panga.

	a	c	e								
Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.	Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.	Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.
5,152	348,6945	67,68138	9036,491	0,392	4,740258	12,0925	1548,469	0,848	43,51703	51,31726	6469,34
44,216	12242,41	276,8774	39859,8	3,176	288,243	90,7566	11650,82	13,072	2007,89	153,6024	20680,69
43,264	16377,18	378,5406	52347,03	9,896	827,4972	83,61936	11605,8	28,032	9665,531	344,8035	46259,63
43,92	18925,06	430,8984	58921,4	11,104	612,4972	55,16005	8227,846	27,096	12569,14	463,8742	60907,4
37,32	23337,74	625,3413	82207,32	2,688	52,2809	19,44974	2747,768	11,024	1504,588	136,483	18301,89
51,12	240452,5	4703,688	589647,3	0,784	14,86426	18,95951	2448,98	1,008	21,87897	21,70533	2817,46
26,584	73969,2	2782,471	348349,3	0,104	1,158452	11,13896	1394,231	0,704	20,30684	28,84494	3664,773
5,648	386,4557	68,42347	9190,51	0	0			0,256	4,85329	18,95817	2382,813
0,112	0,261548	2,335253	303,5714	6,832	322,9635	47,27217	6715,749	0,176	1,984903	11,27786	1420,455
0,4	5,080645	12,70161	1625	0,216	1,686839	7,809438	995,3704	0,576	4,697806	8,155914	1083,333
0,08	0,8	10	1250	0,664	4,692645	7,067237	959,3373	1,016	18,9191	18,62116	2436,024
0,824	33,33974	40,46085	5120,146	0,32	1,267742	3,961694	531,25	1,416	32,22877	22,76043	2999,294
6,728	178,0222	26,4599	4122,027	8,752	1321,107	150,9492	19811,7	4,264	197,4055	46,29586	6273,687
20,32	1234,155	60,73597	10071,26	25,464	7437,638	292,0844	39401,47	15,688	3117,329	198,7079	26600,78
14,312	1284,652	89,76047	12919,3	24,096	949,3778	39,39981	7897,576	7,56	295,5387	39,09242	5792,46
21,08	2671,994	126,7549	18352,61	14,08	424,5903	30,15556	5499,29	2,552	47,588	18,64734	2631,27
6,672	377,1899	56,53326	7844,125	10,904	576,3778	52,8593	7917,553	0,664	14,70877	22,15177	2829,819
2,28	39,73548	17,42784	2446,053	2,68	34,76774	12,97304	1943,657	0,176	1,194581	6,78739	863,6364
1,04	12,57097	12,08747	1628,846	0,728	4,489935	6,167494	855,7692	0,072	0,648	9	1125
0,208	0,972516	4,675558	605,7692	0,44	5,054839	11,48827	1479,545	0,064	0,512	8	1000
0,368	1,105419	3,003857	418,4783	1,552	9,346065	6,021949	940,7216	0,04	0,2	5	625
0,672	5,222194	7,771121	1047,619	2,544	38,25006	15,0354	2182,39	0,28	5,235484	18,69816	2353,571
0,448	1,636387	3,65265	508,9286	4,176	385,2268	92,24781	11960,73	0,784	16,57394	21,14022	2719,388
0,568	2,005419	3,530668	508,8028	1,256	33,28877	26,5038	3443,471	0,464	4,847484	10,44716	1353,448
0,528	2,170581	4,110948	575,7576	1,264	19,66361	15,55666	2087,025	0,552	15,71703	28,47288	3599,638
0,44	1,829032	4,156891	570,4545	0	0			0,52	10,89677	20,95533	2663,462
9,984	3188,79	319,39	40852,36	13,648	10040,88	735,703	92933,18	1,768	307,7441	174,0634	21804,86
	b	d	f								
Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.	Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.	Média	Variância	Ind. Disp	Qui quad.
6,448	575,7009	89,28364	11877,17	0,064	0,076516	1,195565	156,25	1,504	55,05845	36,60801	4727,394
21,056	3912,247	185,802	25671,45	0,104	0,239097	2,299007	298,0769	1,488	61,6551	41,43488	5323,925
29,512	2307,703	78,19543	13385,23	0,88	34,94516	39,71041	5034,091	1,04	33,21613	31,93859	4090,385
24,2	1355,952	56,03106	9972,851	1,992	323,2338	162,266	20369,98	0,352	3,375097	9,588343	1232,955
13,584	442,3578	32,56462	5736,013	0,456	7,911355	17,34946	2208,333	0,92	10,76774	11,70407	1566,304
1,616	9,109419	5,637017	900,9901	0,352	1,842839	5,235337	693,1818	1,104	12,22297	11,07153	1510,87
3,408	270,1145	79,25894	10254,11	0,088	0,968	11	1375	0,192	0,737032	3,83871	500
7,504	762,7197	101,6418	13541,58	0,04	0,087097	2,177419	275	0,088	0,548645	6,234604	784,0909
0,136	0,376516	2,768501	360,2941	1,432	67,60219	47,20824	6032,821	0,08	0,348387	4,354839	550
0,952	22,35252	23,47953	3030,462	0,152	0,807355	5,311545	677,6316	0,376	2,220387	5,905285	779,2553
0	0			0,12	0,364516	3,037634	391,6667	0,36	3,151613	8,75448	1130,556
0,136	1,828129	13,44213	1683,824	0,528	8,896387	16,84922	2155,303	0,456	5,83071	12,78664	1642,544
2,2	24,27419	11,03372	1643,182	9,056	2129,602	235,1592	30291,74	11,952	1368,175	114,4725	15688,59
6,888	155,2293	22,53619	3655,488	7,136	606,9249	85,05114	11438,34	22,456	3397,734	151,3063	21568,98
18,136	1036,264	57,13849	9352,172	6,216	89,97716	14,47509	2571,911	12,664	499,112	39,41188	6470,073
13,992	799,7661	57,15881	8836,692	4,432	62,61832	14,12868	2305,957	5,048	115,8525	22,95018	3476,823
2,592	58,27574	22,48293	3111,883	5,2	141,2419	27,16191	4018,077	7,52	1003,187	133,4025	17481,91
0,872	15,67703	17,97825	2338,303	0,904	7,764903	8,589495	1178,097	2,848	86,64606	30,42348	4128,511
0,08	0,332258	4,153226	525	0,16	0,377419	2,358871	312,5	0,784	17,89652	22,82719	2928,571
0,056	0,085548	1,52765	196,4286	0,144	0,221032	1,534946	208,3333	0,08	0,541935	6,774194	850
0,288	0,948645	3,293907	444,4444	0,248	0,881548	3,554631	471,7742	0	0		
0,84	2,909677	3,463902	534,5238	1,792	31,69832	17,6888	2417,411	0,576	16,81071	29,18526	3690,972
0,776	4,739742	6,107915	854,3814	2,912	100,597	34,54568	4647,665	0,888	11,21316	12,62743	1676,802
0,784	4,461032	5,690092	803,5714	1,392	67,49832	48,49017	6186,782	0,64	5,748387	8,981855	1193,75
0,416	2,035226	4,89237	658,6538	4,392	1635,627	372,4106	46727,91	0,688	6,555097	9,527757	1267,442
0,84	7,7	9,166667	1241,667	0	0			0,728	7,231871	9,933889	1322,802
0,28	0,654839	2,33871	325	1,432	135,2796	94,469	11893,16	1,656	103,2759	62,36466	7940,217