

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**As abelhas e a floração sequencial em área de
restinga**

Geovana de Assis Mendes

Vitória, ES
Abril, 2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

As abelhas e a floração sequencial em área de restinga

Geovana de Assis Mendes

Orientadora: Dra. Tânia Mara Guerra

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Animal) da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal.

**Vitória, ES
Abril, 2014**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela compreensão, paciência infinita e por sempre apoiarem minhas escolhas. Meu respeito pelos dois é eterno.

À professora Dra. Tânia Mara Guerra, por me receber em seu laboratório e pela orientação.

Ao Instituto Estadual de Meio Ambiente, pela concessão de licença para a realização desse estudo, e aos funcionários do Parque Estadual Paulo César Vinha, por todo o apoio.

Ao Fundo de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo, pela concessão de bolsa de Mestrado.

Ao PRONEX, pelo auxílio financeiro e ao Núcleo de Excelência em Sistemática de Hymenoptera, pelo *workshop*.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), por ceder os dados climáticos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal (PPGBAN) da UFES, por todos os ensinamentos que recebi nesses anos, em especial ao professor Dr. Alexandre Pires Aguiar, pelo empréstimo de bibliografia.

Ao Ariel Lessa, secretário do PPGBAN, e ao Rondnelly Marques, secretário do Departamento de Ciências Biológicas, por todo o suporte, apoio e paciência infinita.

Ao Dr. Rodrigo Barbosa Gonçalves da Universidade Federal do Paraná, pela revisão da identificação das abelhas.

Ao Dr. Marcelo Teixeira Tavares, à Dra. Kelli dos Santos Ramos, ao Dr. Aloísio Falqueto e ao Dr. Luiz Roberto Ribeiro Faria Junior, por aceitarem fazer parte da banca. Sou grata por ter essas contribuições.

Aos colegas da pós-graduação, pela troca de ideias e descontração. Obrigada ao Arthur Machado por me ajudar com os mapas.

Aos companheiros de laboratório e a todos que já passaram por lá, pela troca de experiência e pelas conversas sempre muito engraçadas. Agradeço especialmente aos amigos de restinga, Camila Carpim e Cléber Covre: por me ensinarem a

importância de olhar a tabela nutricional dos alimentos, por tudo que compartilharam comigo, por me aguentarem nessa reta final falando quase 24 horas por dia, sete dias por semana (e peço desculpas ao Anderson Pessan por isso). Com esses dois, nem fazia tanto calor na restinga.

A todos os meus amigos, por estarem sempre comigo e me apoiarem mesmo nos momentos em que estive ausente por causa do trabalho.

À Layla e à Pamella, irmãs de coração: pelas alegrias, por me ouvirem, por me deixarem ajudar, por nunca me deixar cair. Vocês sabem que foi graças a vocês duas e por isso serei eternamente grata.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	6
Lista de Figuras.....	9
Resumo.....	13
Abstract.....	14
1. Introdução.....	15
2. Objetivos.....	17
2.1. Objetivo geral.....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. Materiais e métodos.....	18
3.1. Caracterização da área de estudo.....	18
3.2. Período amostral.....	19
3.3. Coleta de dados zoológicos.....	20
3.4. Coleta de dados botânicos.....	21
3.5. Análise de dados.....	22
4. Resultados.....	25
4.1. Esforço amostral, número de visitas, riqueza, hábito de vida e recurso coletado pelas abelhas visitantes florais.....	25
4.2. Ritmo de visitação, riqueza e recurso floral coletado pelas abelhas visitantes florais por espécie botânica.....	28
4.2.1. <i>Clusia hilariana</i>	28
4.2.2. <i>Melanopsidium nigrum</i>	34
4.2.3. <i>Ouratea cuspidata</i>	37
4.2.4. <i>Kielmeyera albopunctata</i>	40
4.2.5. <i>Erythroxylum cuspidifolium</i>	45
4.2.6. <i>Chamaecrista rotundifolia</i>	49

4.2.7. <i>Schinus terebinthifolius</i>	53
4.3. Ritmo de visitação das abelhas e correla�o entre fatores climáticos e visita �s flores.....	57
4.4. Diversidade e similaridade entre a fauna de abelhas visitantes das espécies bot�nicas.....	59
5. Discuss�o.....	63
5.1. Esforço amostral, número de visitas, riqueza, hábito de vida e recurso coletado pelas abelhas visitantes florais.....	63
5.2. Ritmo de visita�o, riqueza e recurso floral coletado pelas abelhas visitantes florais por espécie bot�nica.....	65
5.2.1. <i>C. hilariana</i>	65
5.2.2. <i>M. nigrum</i>	67
5.2.3. <i>O. cuspidata</i>	67
5.2.4. <i>K. albopunctata</i>	68
5.2.5. <i>E. cuspidifolium</i>	69
5.2.6. <i>C. rotundifolia</i>	70
5.2.7. <i>S. terebinthifolius</i>	71
5.3. Ritmo de visita�o das abelhas e correla�o entre fatores climáticos e visita às flores.....	72
5.4. Diversidade e similaridade entre a fauna de abelhas visitantes das espécies botânicas.....	73
6. Conclusões.....	78
7. Considera�es finais.....	79
8. Referências bibliográficas.....	80

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Espécies botânicas estudadas, sistema reprodutivo, formação vegetal, período de floração estudado e número de espécimes estudados. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 24 de outubro de 2012 a 13 de novembro de 2013. Onde: ACD = Aberta de *Clusia* Degradada; e BH = Brejo Herbáceo..... **23**
- Tabela 2.** Diversidade, número e percentual de visitas totais e hábito de vida das abelhas visitantes florais. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013. Onde “–” = nível taxonômico não identificado..... **26**
- Tabela 3.** Abelhas visitantes florais e os recursos coletados nas espécies botânicas no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013..... **27**
- Tabela 4.** Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante em flores de *Clusia hilariana*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013. Onde: “–” = não ocorreu..... **29**
- Tabela 5.** Diversidade e número de visitas de abelhas às flores masculinas e femininas de *Clusia hilariana*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013. Onde: “–” = sem visitação no horário..... **33**
- Tabela 6.** Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante em flores de *Melanopsidium nigrum*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 07 de dezembro de 2012..... **35**
- Tabela 7.** Diversidade e ritmo de visita o de abelhas às flores de *Melanopsidium nigrum*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 07 de dezembro de 2012. Onde: “–” = sem visita o no horário..... **36**
- Tabela 8.** Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante em flores de *Ouratea cuspidata*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013..... **37**

- Tabela 9.** Diversidade e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Ouratea cuspidata*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013..... **40**
- Tabela 10.** Número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante de *Kielmeyera albopunctata*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013..... **42**
- Tabela 11.** Diversidade e ritmo de visitação das abelhas às flores de *Kielmeyera albopunctata*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013..... **45**
- Tabela 12.** Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante de flores de *Erythroxylum cuspidifolium*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Em 15 de fevereiro de 2013 e em 12 de abril de 2013. Onde “–” = não ocorreu..... **46**
- Tabela 13.** Diversidade e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Erythroxylum cuspidifolium*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 15 de fevereiro e 12 de abril de 2013. Onde: “–” = sem visitação no horário..... **49**
- Tabela 14.** Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante em flores de *Chamaecrista rotundifolia*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de fevereiro a 08 de março de 2013, e 26 de abril a 03 de maio de 2013..... **50**
- Tabela 15.** Diversidade e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Chamaecrista rotundifolia*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. 22 de fevereiro a 08 de março de 2013, e 26 de abril a 03 de maio de 2013..... **52**
- Tabela 16.** Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante de flores de *Schinus terebinthifolius*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de março a 19 de abril de 2013..... **53**
- Tabela 17.** Diversidade e ritmo de visitação de abelhas às flores masculinas de *Schinus terebinthifolius*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de março a 19 de abril de 2013..... **56**

Tabela 18. Riqueza, total de visitas e diversidade de abelhas visitantes por espécie botânica. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013..... **60**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da Área de Proteção Ambiental de Setiba e do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Adaptado de Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2007)..... **19**
- Figura 2.** Localização das espécies botânicas estudadas. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 24 de outubro de 2012 a 13 de novembro de 2013. Imagem: Arthur Machado..... **24**
- Figura 3.** Visitantes florais do espécime masculino de *Clusia hilariana*. a) *Frieseomelitta* sp1; b) *Euglossa* sp1. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013..... **30**
- Figura 4.** *Frieseomelitta* sp1 presa à resina da flor masculina de *Clusia hilariana*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013..... **31**
- Figura 5.** *Trigona* sp1 durante coleta de resina da flor feminina de *Clusia hilariana*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 30 de outubro a 13 de novembro de 2013..... **31**
- Figura 6.** Ritmo de visitação de abelhas em flores de *Clusia hilariana*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013..... **32**
- Figura 7.** *Melanopsidium nigrum*. a) Detalhe da flor; b) *Tetragonisca* sp1 em visita às flores. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 07 de dezembro de 2012..... **34**
- Figura 8.** Riqueza e ritmo de visitação de abelhas em *Melanopsidium nigrum*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 07 de dezembro de 2012..... **36**
- Figura 9.** Visitantes florais de *Ouratea cuspidata*. a) *Euglossa* sp1; b) *Xylocopa* sp1. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013..... **38**

- Figura 10.** Coleta e deposição de pólen em Augochlorini em flor de *Ouratea cuspidata* a) Abelha segura o conjunto de estames e vibra as asas para retirar o pólen; b) Detalhe do pólen aderido ao ventre e à perna posterior após a vibração das asas. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013..... **38**
- Figura 11.** Riqueza e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Ouratea cuspidata*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013..... **39**
- Figura 12.** *Kielmeyera albopunctata*. a) Flores masculinas (círculo azul) e hermafroditas (círculos vermelhos) no mesmo indivíduo; b) Detalhe da flor masculina; c) detalhe da flor hermafrodita. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013..... **41**
- Figura 13.** Visitantes florais de *Kielmeyera albopunctata*. a) *Apis mellifera*; b) *Frieseomelitta* sp1. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013..... **42**
- Figura 14.** *Trigona* sp1 em coleta de látex dos botões florais de *Kielmeyera albopunctata*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013..... **43**
- Figura 15.** Visitantes florais de *Kielmeyera albopunctata*. a) *Xylocopa* sp1 (círculo vermelho); b) *Xylocopa* sp2 (círculo vermelho). Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013..... **44**
- Figura 16.** Riqueza e ritmo de visitação de abelhas em *Kielmeyera albopunctata*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013..... **44**
- Figura 17.** *Augochlora* sp1 em visita às flores de *Erythroxylum cuspidifolium*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 15 de fevereiro e 12 de abril de 2013..... **47**
- Figura 18.** Riqueza e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Erythroxylum cuspidifolium*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Em 15 de fevereiro de 2013 e em 12 de abril de 2013..... **48**

- Figura 19.** Augochlorini em visita às flores de *Chamaecrista rotundifolia*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de fevereiro a 08 de março de 2013 e 26 de abril a 03 de maio de 2013..... **51**
- Figura 20.** Riqueza e ritmo de visitação de abelhas à flores de *Chamaecrista rotundifolia*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de fevereiro a 08 de março de 2013 e 26 de abril a 03 de maio de 2013..... **52**
- Figura 21.** *Frieseomelitta* sp1 (círculo vermelho) em visita às flores de *Schinus terebinthifolius*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de março a 19 de abril de 2013..... **54**
- Figura 22.** Riqueza e ritmo de visitação de abelhas em *Schinus terebinthifolius*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de março a 19 de abril de 2013..... **55**
- Figura 23.** Riqueza e ritmo de visitação de abelhas visitantes totais às sete espécies botânicas estudadas, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013..... **57**
- Figura 24.** Precipitação pluviométrica e temperatura mensal em 2012, no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Fonte de dados climáticos: Incaper..... **58**
- Figura 25.** Precipitação pluviométrica e temperatura mensal em 2013, no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Fonte de dados climáticos: Incaper..... **58**
- Figura 26.** Precipitação pluviométrica e total de visitas por período de floração. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013. Fonte de dados climáticos: Incaper..... **59**
- Figura 27.** Similaridade entre fauna de abelhas visitantes das sete espécies botânicas no Parque Estadual Paulo César Vinha (Guarapari – ES), comparadas através do coeficiente de similaridade qualitativo de Sørensen. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013..... **61**
- Figura 28.** Similaridade entre a fauna de abelhas visitantes das sete espécies botânicas no Parque Estadual Paulo César Vinha (Guarapari – ES), comparadas

através da frequência de visitas com o índice de similaridade de Morisita-Horn. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013..... **62**

Figura 29. Partilha de abelhas visitantes florais entre as sete espécies botânicas estudadas. Parque Estadual Paulo César Vinha. 23 de novembro de 2012 e 13 de novembro de 2013. Cada linha cinza representa no mínimo uma e no máximo cinco morfoespécies/espécie de abelha..... **74**

Figura 30. Riqueza de abelhas e sequência da floração das plantas visitadas. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013..... **75**

RESUMO

A estratégia de floração sequencial consiste na floração de espécies diferentes de maneira consecutiva ao longo do ano. Essa estratégia é determinante para a manutenção de polinizadores, pois garante alimento aos mesmos ao longo do ano. O objetivo deste trabalho foi investigar as interações abelha-flor ao longo de florações sequenciais em área de restinga. O estudo foi realizado no Parque Estadual Paulo César Vinha, localizado no município de Guarapari – ES, entre 24 de outubro de 2012 e 13 de novembro de 2013. Os dados sobre as abelhas foram registrados através de observações diretas e as capturas foram feitas diretamente na flor. Foram realizadas 168 horas de observações/coletas em sete espécies botânicas que floriram sequencialmente. Foram registradas 594 visitas de abelhas, pertencentes a duas famílias (Apidae e Halictidae), identificadas em 15 morfoespécies nativas e uma exótica. Apidae representou 87,3% das visitas e a morfoespécie mais frequente foi a eussocial *Frieseomelitta* sp1. Pólen, néctar e resina foram os recursos florais coletados pelas abelhas visitantes. *Trigona* sp1 foi a única morfoespécie a coletar látex e néctar. As visitas foram predominantes no período da manhã, decrescendo com a aproximação do meio dia. A precipitação durante o período de floração foi significativamente correlacionada com o número de visitas. Entre maio e setembro de 2013 houve redução da frequência de visitas de abelhas às flores na área de estudo. Após esse período, *Augochloropsis* sp1, *Frieseomelitta* sp1, *Trigona* sp1 e *Tetragonisca* sp1 voltaram a visitar as flores. Todas as abelhas nativas encontradas correspondem a registros inéditos para o PEPCV, e o grupo é polinizador potencial das espécies botânicas estudadas devido à frequência de visitação apresentadas e por entraram em contato com as partes reprodutivas (masculinas e femininas) dessas plantas.

Palavras-chave: Comunidade de abelhas, sazonalidade, ambiente costeiro, Parque Estadual Paulo César Vinha.

ABSTRACT

Sequential flowering strategy consists in blooming of different species consecutively through the year. This strategy is crucial to the maintenance of pollinators, because ensure food for them along the year. The purpose of this study was investigate bee-flower interactions of a sequentially flowering species in coastal environment. The study was conducted at Paulo Cesar Vinha State Park, Guarapari, ES, from October 24, 2012 to November 13, 2013. Data of bees were recorded through direct observations. Collections were made directly on flower. Observations and collections were accomplished in seven plant species (168 hours). Plants were visited by bees and bloomed sequentially. Results showed 594 visits of bees (Apidae and Halictidae). They were identified in 15 native morpho-species and one exotic. Apidae presented 87,3% of the visits and *Frieseomelitta* sp1 was the most frequently eusocial morphospecies founded. Pollen, nectar and resin were the floral resources collected by visiting bees. *Trigona* sp1 was the only morphospecies that collected latex and nectar. Visits occurred predominantly in the morning. Rainfall during the flowering period was correlated with visits number. From May to September 2013 showed a strong reduction in the bee visits frequency. After this period, *Augochloropsis* sp1, *Frieseomelitta* sp1, *Trigona* sp1 and *Tetragonisca* sp1 returned to visit the flowers. All native bees are first record for PEPCV. Bees are potential pollinators of the studied plant species due to their visitation frequency and their contact with the reproductive parts (male and female) of their visited flowers plants.

Key words: Bee community, seasonality, coastal environment, Paulo Cesar Vinha State Park.

1. INTRODUÇÃO

A estratégia de floração sequencial consiste na floração de espécies diferentes, de maneira consecutiva ao longo do ano (Campbell, 1985). Tal estratégia representa um mecanismo adaptativo de especiação de plantas simpátricas em resposta à competição por polinizadores (Campbell, 1985) e favorece o compartilhamento das plantas por guildas de polinizadores (Torezan-Silingardi, 2007).

Tal estratégia de floração pode ser determinante para a manutenção de polinizadores no ambiente, pois espécies que florescem primeiro sustentam polinizadores que posteriormente polinizarão as que florescem tardiamente, processo denominado "mutualismo sequencial" (Waser & Real, 1979; Brody, 1997). Assim, é esperado que a comunidade dependente de recursos florais acompanhe os ciclos de floração ao longo do ano (Appanah, 1985).

Nos Neotrópicos, casos de floração sequencial foram estudados para Bromeliaceae (Araujo *et al.*, 1994; Varassin & Sazima, 2000; Siqueira & Machado, 2001; Machado & Semir, 2006; Marques & Lemos Filho, 2008), cujos principais polinizadores são os beija-flores. Esses trabalhos mostram que, se os recursos tróficos são qualitativamente similares, as comunidades de beija-flores entre as espécies vegetais também serão (Araujo *et al.*, 1994; Varassin & Sazima, 2000; Siqueira & Machado, 2001; Marques & Lemos Filho, 2008). Além disso, tal estratégia de floração permite que beija-flores residentes encontrem ao longo do ano alimentos similares na mesma área de exploração (Araujo *et al.*, 1994; Piacentini & Varassin, 2007).

Polinizadores influenciam tanto a dinâmica da flora nativa, quanto a de cultivada. Desequilíbrios ambientais que interfiram na diversidade de espécies polinizadoras podem ocasionar alteração na estrutura genética de espécies botânicas, ou mesmo o desaparecimento dessas plantas (Cosson *et al.*, 1999). Dessa forma, polinizadores são essenciais aos ecossistemas, pois garantem a manutenção dos recursos naturais (Cosson *et al.*, 1999).

As abelhas são os polinizadores mais eficientes dentre os insetos, em especial na região Tropical (Bawa, 1990). Estimativas sugerem que, até 80% das espécies vegetais de florestas tropicais são polinizadas por esse grupo (Bawa *et al.*, 1985). Existem cerca de 20.000 espécies de abelhas descritas no mundo e dessas, mais de 1.500 ocorrem no Brasil (Silveira *et al.*, 2002). Dentro do domínio Mata Atlântica, há o predomínio da melitofilia em dunas e restingas (Gottsberger *et al.* 1988), porém, nem todos os trabalhos realizados nesses ambientes tratam da relação abelha-flor (e.g. Teixeira & Machado, 2000; Ramalho & Silva, 2002; Oliveira-Rebouças & Gimenes, 2004; Costa & Ramalho, 2001; Costa *et al.*, 2006; Gimenes & Lobão, 2006; Cesário & Gaglianone, 2013).

Mesmo com um grupo tão diverso e com papel chave em um ecossistema (Araujo *et al.*, 1994; Varassin & Sazima, 2000; Siqueira & Machado, 2001; Marques & Lemos Filho, 2008; Piacentini & Varassin, 2007), não há trabalhos específicos sobre as interações abelha-flor ao longo de florações sequenciais.

No Espírito Santo, estudos sobre abelhas nativas, e até mesmo exóticas, ainda são incipientes, com destaque para os realizados nos municípios de Afonso Cláudio (Resende *et al.*, 2008), Alegre (Receputi & Souza, 2010), Conceição do Castelo (Resende *et al.*, 2008), Domingos Martins (Resende *et al.*, 2008), Linhares (Gonçalves & Brandão, 2008), Presidente Kennedy (Cesário, 2007), Santa Tereza (Gonçalves & Brandão, 2008) e Venda Nova do Imigrante (Resende *et al.*, 2008). Desses, apenas Cesário (2007) realizou estudos em área de restinga, com abelhas visitantes florais de *Clusia hilariana* Schltldl e *Clusia espiritu-sanctensis* Mariz & Weinberg (Clusiaceae).

Portanto, estudos sobre interação abelha-flor no Espírito Santo e, especificamente, em áreas de restinga no Estado, são escassos e um dos fatores que dificultam a tomada de decisões para a conservação nas regiões tropicais é a falta de dados sobre a diversidade biológica (Mares & Schimidly, 1991). Logo, as lacunas formadas pela falta de conhecimento sobre a fauna de abelhas podem prejudicar análises ecológicas com vistas à conservação destas áreas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Investigar as interações abelha-flor ao longo de florações sequenciais em área de restinga no Espírito Santo.

2.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar as abelhas visitantes florais;
- Verificar a riqueza e frequência de visitas de acordo com a sazonalidade das espécies botânicas;
- Relacionar os recursos florais coletados às abelhas visitantes ao longo do ano;
- Descrever o comportamento de forrageio das abelhas nas plantas estudadas;
- Investigar a influência de fatores climáticos (temperatura e precipitação) na atividade das abelhas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado entre 24 de outubro de 2012 e 13 de novembro de 2013, no Parque Estadual Paulo César Vinha (PEPCV – 20°32'02" – 20°37'50" S e 40°22'43" – 40°25'59" W), localizado no município de Guarapari – ES. O parque encontra-se dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental de Setiba (Figura 1) e possui área de aproximadamente 1.500 ha (Fabris & César, 1996). É coberto por vegetação de restinga com diferentes fisionomias em função de lagoas, lagunas, depressões entre cordões arenosos, planícies alagadas, que junto com outras variáveis, possibilitaram que as espécies vegetais se agrupassem, de maneira a constituir diferentes comunidades (Pereira, 1990).

O clima da região é do tipo tropical, com primavera e verão chuvosos, e outono e inverno secos (Fabris & César, 1996). A temperatura média no período de estudo, segundo dados fornecidos pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), foi de 24,1°C (\pm 1,9) e a precipitação foi de 1.494,2 mm.

No Espírito Santo, os impactos negativos nas áreas de restinga foram incrementados a partir do século XVI, devido à crescente ação antrópica, destacando-se dentre estes o intenso desmatamento realizado principalmente para ocupação urbana, restando poucos fragmentos da vegetação existente naquela época (Saint-Hilaire, 1974).

Atualmente, as restingas do estado cobrem aproximadamente 370 km de costa (Thomaz & Monteiro, 1993; Pereira *et al.*, 2000), interrompidas em alguns pontos pelos Tabuleiros Costeiros e pelas formações Pré-Cambrianas (Moreira & Camelier, 1977). Com o objetivo de proteger um conjunto de valores naturais, foi criado o PEPCV, cuja área é prioritária para a conservação da biodiversidade do "hotspot" Mata Atlântica e integra área de importância biológica para a conservação da biodiversidade (Ministério do Meio Ambiente *et al.*, 2000).

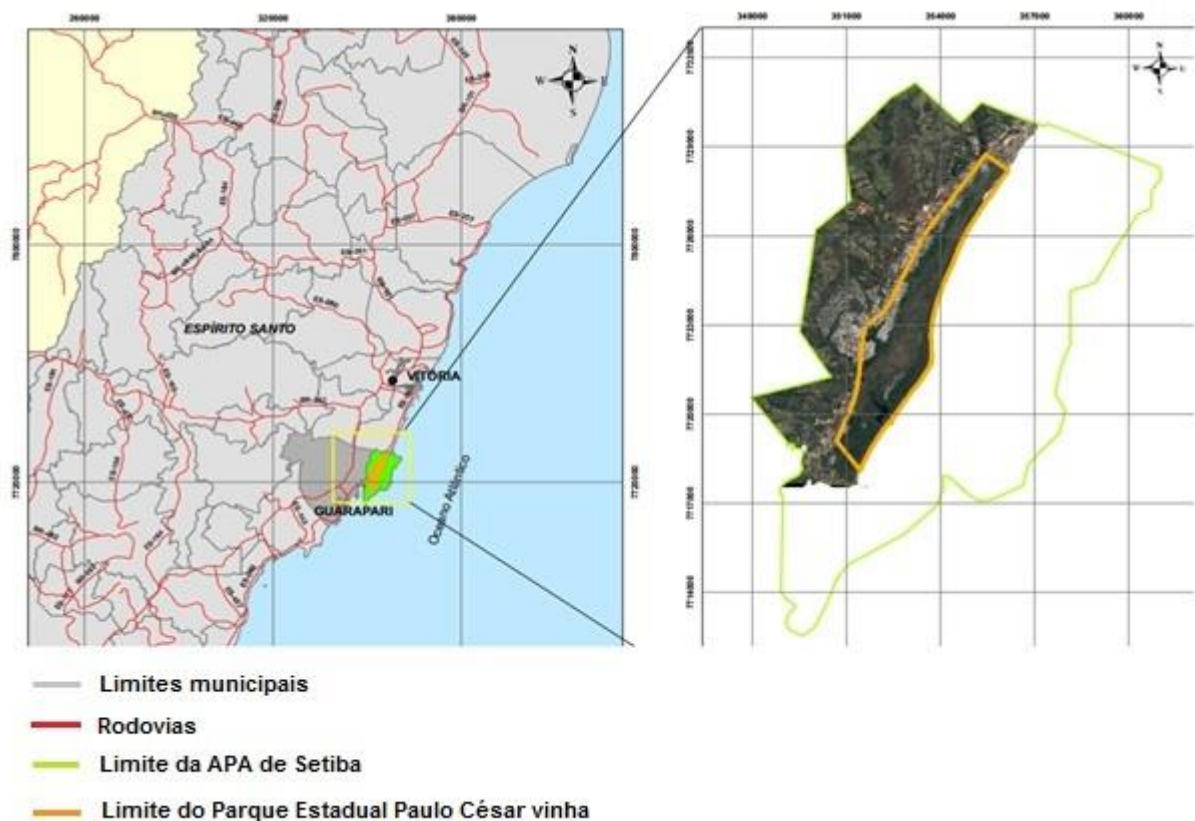


Figura 1. Localização da Área de Proteção Ambiental de Setiba e do Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Adaptado de Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2007).

3.2. Período amostral

O estudo de campo foi realizado entre 24 de outubro de 2012 e 13 de novembro de 2013, da seguinte forma:

- De 24 de outubro de 2012 a 03 de maio de 2013, a ida a campo foi semanal;
- Devido à ausência de visitantes florais, de 10 de maio a 20 de setembro de 2013, a ida a campo foi quinzenal;
- De 20 de setembro de 2013 até o final do estudo, as idas a campo voltaram a ser semanais.

Todas as idas a campo tiveram a duração de um dia.

3.3. Coleta de dados zoológicos

Na análise da interação abelha-flor foi utilizado o método de amostragem “Indivíduo-Focal” (Altmann, 1974), onde apenas um indivíduo por vez foi observado e teve o comportamento de alimentação descrito do início ao término da visita. Além disso, foram registrados o horário e o tipo de recurso coletado por cada abelha. As observações foram conduzidas a partir de adaptação da metodologia de Sakagami *et al.* (1967), da seguinte forma:

- Do início ao final do dia (definido pela longevidade da flor), o trabalho de observação da interação abelha-flor e a captura dos visitantes foram realizados a cada hora;
- Dentro de cada hora, foram feitos o registro fotográfico dos visitantes, a observação e a anotação do comportamento de alimentação, a coleta dos espécimes visitantes e a reorganização. Para as abelhas eussociais, a cada hora também foi feita a contagem dos indivíduos presentes nas flores;
- No período entre 11 horas e 13 horas, quando a temperatura ambiente foi mais alta e houve menor atividade de abelhas, os registros de visitas e comportamento de alimentação foram esporádicos.

A captura das abelhas foi realizada de acordo com a técnica de coleta direta, na qual o inseto é capturado diretamente na flor, durante a visita, com auxílio de frasco mortífero (Guerra & Orth, 2004) impregnado com acetato de etila (Silveira *et al.*, 2002).

As abelhas foram identificadas, com auxílio da literatura (Silveira *et al.*, 2002) e do Dr. Rodrigo Barbosa Gonçalves (Universidade Federal do Paraná), até o menor ordenamento taxonômico possível. Todos os espécimes nativos coletados foram

morfoespeciados, mesmo quando não identificados em nível de gênero. Os espécimes testemunho serão depositados na Coleção Entomológica da Universidade Federal do Espírito Santo.

Os termos “visitas”, “número de visitas” e “frequência de visitas” foram utilizados para se referir ao total de abelhas coletadas e observadas durante a visita à flor.

3.4. Coleta de dados botânicos

Foram analisadas as abelhas visitantes florais de sete espécies botânicas escolhidas de forma aleatória (Tabela 1 e Figura 2), com hábito herbáceo, arbustivo e arbóreo, com flores de fácil alcance visual e que apresentaram floração de forma sequencial. Quando os espécimes de plantas estavam agrupados de forma a impossibilitar a diferenciação de cada um, esses foram analisados como manchas de vegetação (Tabela 1).

As plantas estudadas se encontravam na formação vegetal Aberta de *Clusia* Degradada, com exceção de *Chamaecrista rotundifolia* (Pers.) Greene (Fabaceae), que se encontrava na formação vegetal de Brejo Herbáceo (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2007). A formação vegetal Aberta de *Clusia* Degradada se refere à área de formação Aberta de *Clusia* (constituída por arbustos, lianas e herbáceas, organizadas em moitas e entre-moitas) que sofreu impactos devido à extração de areia, aterro com argila, extração de vegetação e incêndios (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2007). Já o Brejo Herbáceo, compõe parte da planície inundável, localizada entre cordões arenosos e com vegetação em que predominam espécies arbustivas e, principalmente, herbáceas (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2007).

De 10 de maio a 20 de setembro de 2013, quando as idas foram quinzenais, *C. rotundifolia* e *Denscantia cymosa* (Spreng.) E. L. Cabral & Bacigalupo (Rubiaceae) floriram. Porém, como *D. cymosa* estava em estágio avançado de floração, suas abelhas visitantes não foram analisadas.

No período de 30 de outubro de 2013 a 13 de novembro de 2013 quatro espécies botânicas já estudadas anteriormente, floriram simultaneamente: *C. rotundifolia*, *Clusia hilariana*, *Melanopsidium nigrum* e *Schinus terebinthifolius*. Devido à limitação técnica decorrente da presença de um único observador/coletor em campo, apenas as abelhas visitantes florais de *C. hilariana* foram acompanhadas e o tempo de observação foi dividido entre um espécime masculino e um feminino.

Dados sobre volume de néctar e a concentração de açúcar do mesmo foram obtidos em Covre (2014). As plantas selecionadas foram marcadas com auxílio de GPS e tiveram exsiccatas coletadas para identificação. O material botânico coletado será incorporado ao Herbário Central da Universidade Federal do Espírito Santo - VIES.

3.5. Análise dos dados

A similaridade entre a composição de abelhas visitantes das sete espécies botânicas foi calculada através do coeficiente de similaridade qualitativo de Sørensen (C_s) (Magurran, 2004). Já a similaridade entre as espécies botânicas, quando considerado o número de visitas das espécies, foi calculada através do índice de similaridade quantitativo de Morisita-Horn (C_{mh}) (Magurran, 2004). Também para análise da similaridade, tanto qualitativa quanto quantitativa, foram construídos dendrogramas por meio de análises de agrupamento de encadeamento médio (UPGMA).

Para cada espécie botânica, foi calculado o índice de diversidade de Shannon (H') (Magurran, 2004). Já a influência da temperatura e precipitação no número de visitas por mês e por período de floração foi verificada pela aplicação do coeficiente de correlação de Spearman (r_s) (Zar, 1984), com os dados climáticos fornecidos pelo Incaper.

Todas as análises descritas foram feitas no *software* gratuito R (R Development Core Team, 2011) com o pacote “Vegan” (Oksanen *et al.*, 2011).

Tabela 1. Espécies botânicas estudadas, sistema reprodutivo, formação vegetal, período de floração estudado e número de espécimes estudados. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 24 de outubro de 2012 a 13 de novembro de 2013. Onde: ACD = Aberta de *Clusia* Degradada; e BH = Brejo Herbáceo.

Família	Espécie	Sistema reprodutivo	Formação vegetal	Período de floração estudado (Número de indivíduos estudados)
Clusiaceae	<i>Clusia hilariana</i> Schlttdl.	Dioico	ACD	23/nov – 30/nov/12 e 30/out/13 – 13/nov/13 (2)
Rubiaceae	<i>Melanopsidium nigrum</i> Colla	Dioico	ACD	2/dez – 07/dez/12 (1)
Ochnaceae	<i>Ouratea cuspidata</i> (A.St.-Hil.) Engl.	Monoico	ACD	20/dez/12 – 11/jan13 (1)
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera albopunctata</i> Saddi	Andromonoico	ACD	17/jan – 08/fev/13 (1)
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum cuspidifolium</i> Mart.	Monoico	ACD	15/fev/13 e 12/abr/13 (1)
Fabaceae	<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	Monoico	BH	22/fev – 15/mar/13 e 26/abr – 03/mai/13 (1 mancha)
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Dioico	ACD	22/mar – 19/abr/13 (1 mancha)

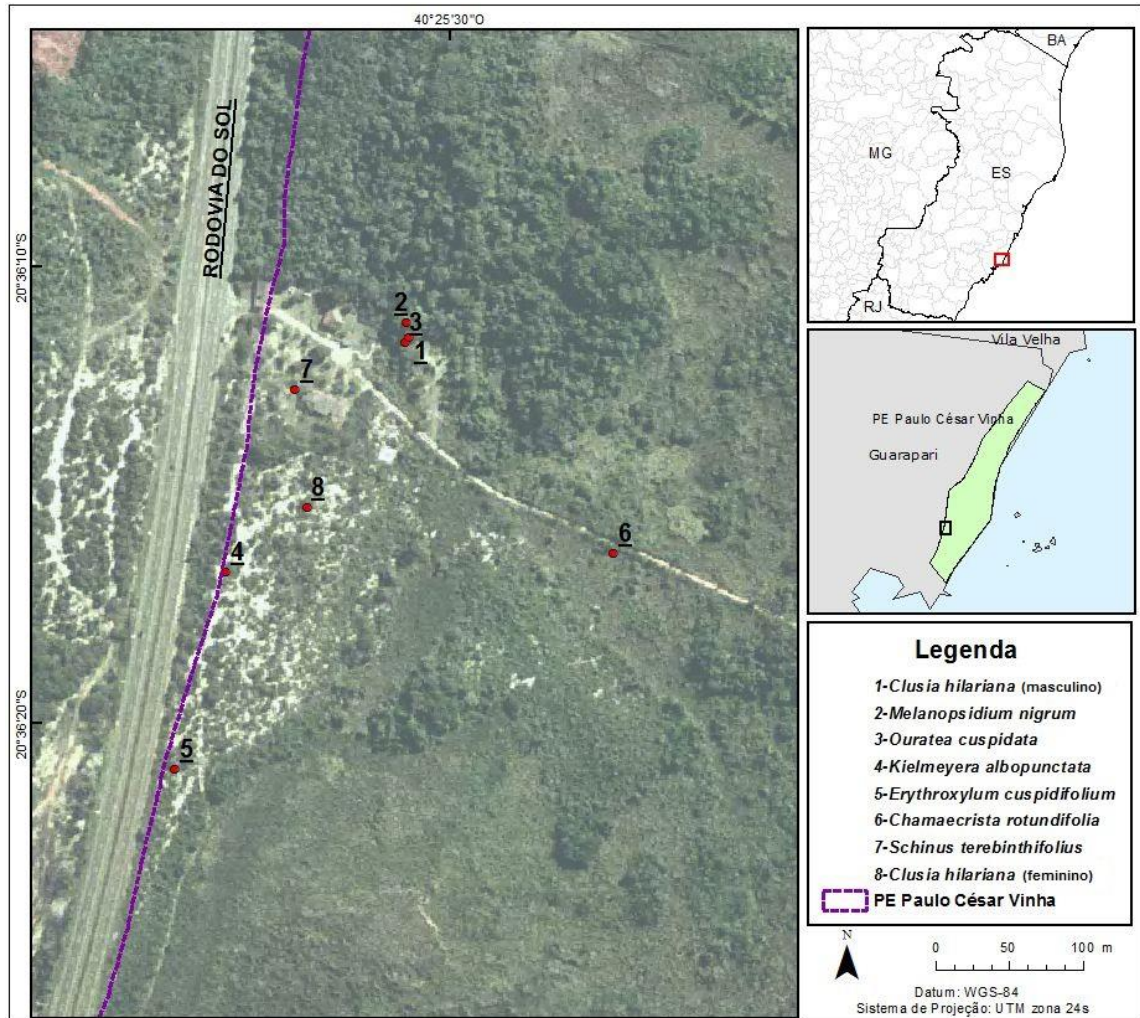


Figura 2. Localização das espécies botânicas estudadas. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 24 de outubro de 2012 a 13 de novembro de 2013. Imagem: Arthur Machado.

4. RESULTADOS

4.1. Esforço amostral, número de visitas, riqueza, hábito de vida e recurso coletado pelas abelhas visitantes florais

Foram realizadas 168 horas de observações/coletas, nas quais foram verificadas 594 visitas de abelhas. Essas foram identificadas em 15 morfoespécies nativas e uma espécie exótica pertencentes a duas famílias (Tabela 2), que visitaram as flores ao longo da floração sequencial apresentada pelas plantas. Das 15 morfoespécies nativas registradas, apenas quatro são sabidamente eussociais (Tabela 2), além de *A. mellifera*.

Apidae representou 87,3% das observações, cuja morfoespécie mais frequente foi *Frieseomelitta* sp1, seguida por *A. mellifera* (Tabela 2). Das abelhas nativas visitantes, 14 morfoespécies coletaram pólen, oito morfoespécies coletaram resina, e uma coletou néctar (Tabela 3). *A. mellifera* coletou pólen e resina (Tabela 3).

Tabela 2. Diversidade, número e percentual de visitas totais e hábito de vida das abelhas visitantes florais. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013. Onde “–” = nível taxonômico não identificado.

Família	Tribo	Gênero	Espécie/Morfoespécie visitante	Visitas totais	Percentual de visitas	Hábito de vida
	–	–	Apidae sp1	2	0,3	Eussocial, solitário, parassocial, subsociai
Apidae		<i>Euglossa</i> Latreille 1802	<i>Euglossa</i> sp1	6	1,2	Solitário ou parassocial
		–	<i>Euglossina</i> sp1	2	0,3	Solitário ou parassocial
	Apini	<i>Frieseomelitta</i> Ihering 1912	<i>Frieseomelitta</i> sp1	305	51,3	Eussocial
		–	<i>Meliponina</i> sp1	1	0,2	Eussocial
		<i>Tetragonisca</i> Moure 1946	<i>Tetragonisca</i> sp1	23	3,9	Eussocial
		<i>Trigona</i> Jurine 1807	<i>Trigona</i> sp1	32	5,4	Eussocial
		<i>Apis</i> Linnaeus 1758	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus 1758	87	14,6	Eussocial
		Centridini	<i>Centris</i> Fabricius 1804	<i>Centris</i> sp1	1	0,2
	Exomalopsini	<i>Exomalopsis</i> Spinola 1853	<i>Exomalopsis</i> sp1	1	0,2	Solitário ou parassocial
	Xylocopini	<i>Xylocopa</i> Latreille 1802	<i>Xylocopa</i> sp1	50	8,4	Solitário ou subsocial
<i>Xylocopa</i> sp2			9	1,6	Solitário ou subsocial	
Halictidae		<i>Augochlora</i> Smith 1853	<i>Augochlora</i> sp1	22	3,7	Solitário
	Augochlorini	–	Augochlorini sp1	26	4,4	Solitário, comunal, semissocial
		<i>Augochloropsis</i> Cockerell 1897	<i>Augochloropsis</i> sp1	16	2,7	Solitário
		<i>Pseudaugochlora</i> Michener 1954	<i>Pseudaugochlora</i> sp1	11	1,8	Solitário

Tabela 3. Abelhas visitantes florais e os recursos coletados nas espécies botânicas no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013.

Família	Morfoespécie/Espécie	<i>C. hilariana</i>		<i>M. nigrum</i>	<i>O. cuspidata</i>	<i>K. albopunctata</i>	<i>E. cuspidifolium</i>		<i>C. rotundifolia</i>	<i>S. terebinthifolius</i>
		Pólen	Resina	Pólen	Pólen	Pólen	Néctar	Pólen	Pólen	Pólen
Apidae	<i>Apidae</i> sp1	X	X							
	<i>Centris</i> sp1								X	
	<i>Euglossa</i> sp1	–	X		X					
	<i>Euglossina</i> sp1	–	X							
	<i>Exomalopsis</i> sp1								X	
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	X	X	X	X	X				X
	<i>Meliponina</i> sp1	X	X							
	<i>Tetragonisca</i> sp1	X	X	X	X					X
	<i>Trigona</i> sp1	X	X	X		X	X	–		X
	<i>Xylocopa</i> sp1			X	X	X	–	X	X	
	<i>Xylocopa</i> sp2				X	X				
	<i>Apis mellifera</i>	X	X			X				X
Halictidae	<i>Augochlora</i> sp1			X	X		–	X	X	X
	<i>Augochlorini</i> sp1			X	X					
	<i>Augochloropsis</i> sp1	X	X		X					X
	<i>Pseudaugochlora</i> sp1			X					X	

4.2. Ritmo de visitação, riqueza e recurso floral coletado pelas abelhas visitantes florais por espécie botânica

4.2.1. *Clusia hilariana*

C. hilariana é uma espécie arbórea dioica que apresenta flores diclinas com predominância de cor branca com áreas rosadas. Esta espécie forneceu pólen e resina como recurso floral (Tabela 3).

A floração do espécime masculino (20°36'12.01" S e 40°25'30.87" W) se iniciou em outubro de 2012. Porém, as visitas de abelhas ocorreram em novembro de 2012 (Tabela 1). De outubro a novembro de 2013, houve visitas no mesmo espécime masculino e em um feminino (20°36'14.62" S e 40°25'34.21" W) (Tabela 1).

As observações totalizaram 41 horas e resultaram no registro de 134 visitas de abelhas, identificadas em oito morfoespécies nativas (Tabela 4). *Frieseomelitta* sp1 foi a morfoespécie mais frequente, com um total de 70,1% das visitas, seguida por *Trigona* sp1, com 14,2%.

Tabela 4. Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante em flores de *Clusia hilariana*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013. Onde: “–” = não ocorreu.

Espécime masculino								
Família	Tribo	Morfoespécie/espécie	23/nov – 30/nov/12			30/out – 13/nov/13		
			Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso coletado	Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso coletado
Apidae		<i>Apidae</i> sp1	2	1,9	Pólen/resina	–	–	–
		<i>Euglossa</i> sp1	1	1	Resina	–	–	–
		<i>Euglossina</i> sp1	2	1,9	Resina	–	–	–
		<i>Frieseomelitta</i> sp1	84	80,8	Pólen/resina	4	33,4	Pólen/resina
	Apini	<i>Meliponina</i> sp1	1	1	Pólen/resina	–	–	–
		<i>Tetragonisca</i> sp1	–	–	–	1	8,3	Pólen/resina
		<i>Trigona</i> sp1	1	1	Pólen/resina	6	50	Pólen/resina
		<i>Apis mellifera</i>	1	1	Pólen/resina	–	–	–
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochloropsis</i> sp1	12	11,4	Pólen/resina	1	8,3	Pólen/resina
Espécime feminino								
30/out – 13/nov/13								
Família	Tribo	Morfoespécie	Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso coletado			
Apidae	Apini	<i>Frieseomelitta</i> sp1	6	33,3	Resina			
		<i>Trigona</i> sp1	12	66,7	Resina			

No espécime masculino, a maior riqueza ($n = 8$) foi registrada na floração de 2012 (Tabela 4). *Frieseomelitta* sp1 (Figura 3a) foi a morfoespécie mais frequente em 2012 (80,8%) e *Trigona* sp1 foi a mais frequente em 2013 (50%) (Tabela 4). Apesar de o espécime masculino oferecer pólen e resina, *Euglossa* sp1 (Figura 3b) e *Euglossina* sp1 coletaram apenas resina (Tabela 4). Nos dias chuvosos, era comum encontrar *Frieseomelitta* sp1 presa à resina da flor, o que resultava em morte dessas abelhas (Figura 4).

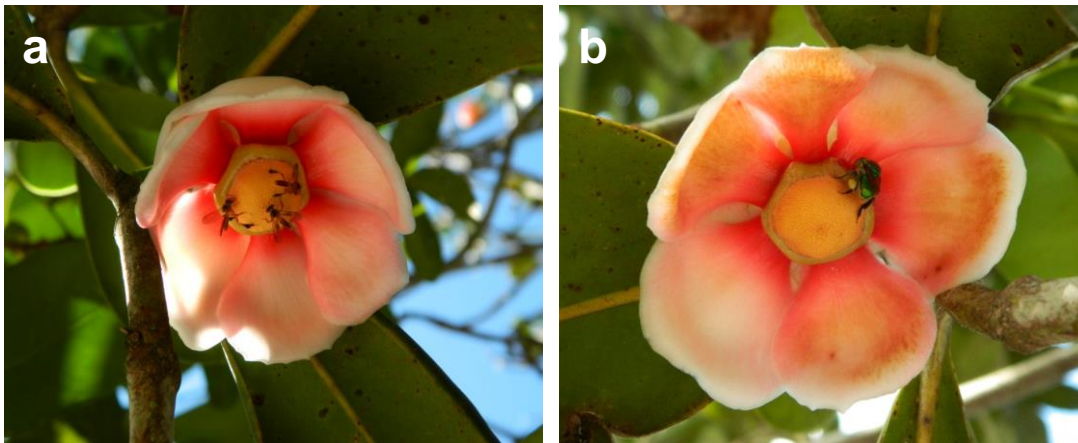


Figura 3. Visitantes florais do espécime masculino de *Clusia hilariana*. a) *Frieseomelitta* sp1; b) *Euglossa* sp1. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013.

Augochloropsis sp1, *Frieseomelitta* sp1 e *Trigona* sp1 foram comuns as florações de 2012 e de 2013 do espécime masculino (Tabela 4). O coeficiente de similaridade qualitativo de Sørensen, comparando a fauna de abelhas entre as duas florações, foi igual a 0.66. Já o índice de similaridade quantitativo de Morisita-Horn foi de 0.45. *Tetragonisca* sp1 visitou as flores apenas na floração de 2013 (Tabela 4).



Figura 4. *Frieseomelitta* sp1 presa à resina da flor masculina de *Clusia hilariana*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013.

Apenas *Frieseomelitta* sp1 e *Trigona* sp1 (Figura 5) visitaram as flores femininas (Tabela 4). Durante a visita às flores femininas, estas morfoespécies tocavam o estigma das mesmas com frequência e com as corbículas cheias, provavelmente, de resina.



Figura 5. *Trigona* sp1 durante coleta de resina da flor feminina de *Clusia hilariana*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 30 de outubro a 13 de novembro de 2013.

As visitas foram mais frequentes durante a manhã e, a partir daí, decresceram até cessar por volta de 16 horas (Figura 6). *Frieseomelitta* sp1 esteve presente ao longo de todo o dia, exceto entre 10 e 11 horas (Tabela 5), nos dois períodos de floração. Meliponina sp1, *Tetragonisca* sp1, *Trigona* sp1 e *A. mellifera*, que são eussociais, visitaram as flores apenas durante a manhã (Tabela 5). Já Apidae sp1, *Euglossa* sp1 e Euglossina sp1 visitaram as flores apenas na parte da tarde (Tabela 5).

Em 2012, a frequência de visitas às flores masculinas foi maior entre 9 e 10 horas ($n = 29$) e cessaram às 16 horas (Figura 6). Em 2013, a frequência de visitas foi maior entre 10 e 11 horas ($n = 7$) e cessaram às 11 horas (Figura 6). A frequência de visitas às flores femininas também foi maior entre 10 e 11 horas ($n = 12$), mas cessaram às 12 horas (Figura 6).

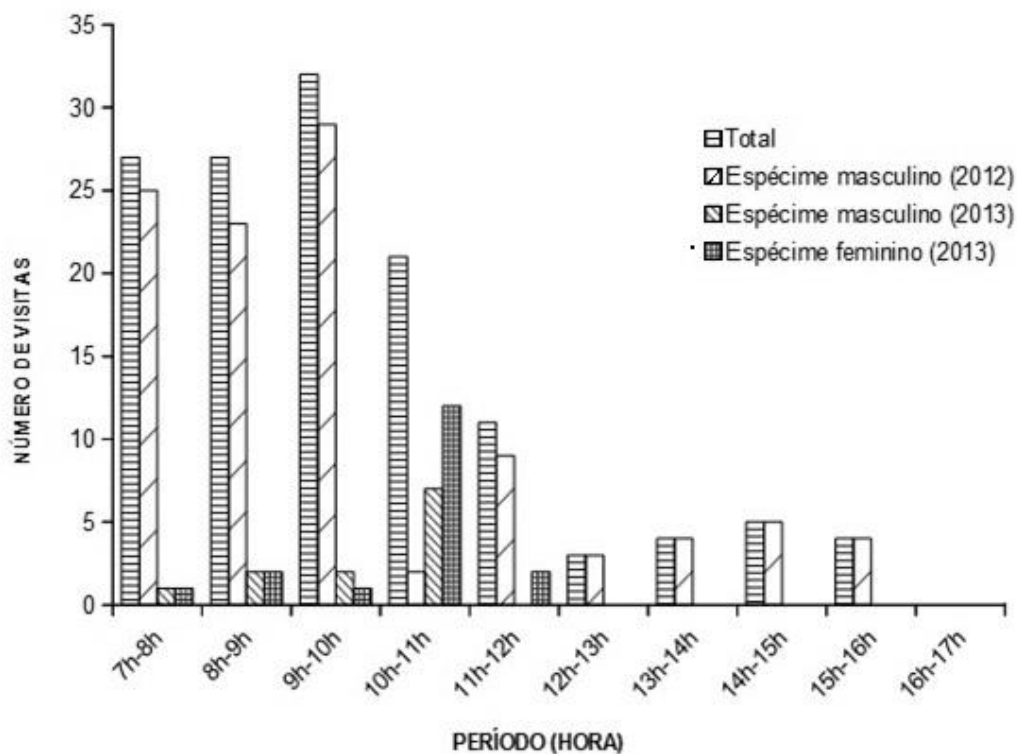


Figura 6. Ritmo de visitação de abelhas em flores de *Clusia hilariana*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013.

Tabela 5. Diversidade e número de visitas de abelhas às flores masculinas e femininas de *Clusia hilariana*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. 23 de novembro a 30 de novembro de 2012 e 30 de outubro a 13 de novembro de 2013. Onde: “-” = sem visitação no horário.

Período	Morfoespécie/espécie	Espécime masculino		Espécime	Total de visitas
		23/nov – 30/nov/12	30/out – 13/nov/13	feminino 30/out – 13/nov/13	
7h–8h	<i>Augochloropsis</i> sp1	3	–	–	3
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	21	1	1	23
	<i>Apis mellifera</i>	1	–	–	1
8h–9h	<i>Augochloropsis</i> sp1	2	–	–	2
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	20	2	2	24
	Meliponina sp1	1	–	–	1
9h–10h	<i>Augochloropsis</i> sp1	3	–	–	4
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	26	1	1	28
10h–11h	<i>Augochloropsis</i> sp1	1	–	–	1
	<i>Tetragonisca</i> sp1	–	1	–	1
	<i>Trigona</i> sp1	1	6	12	19
11h–12h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	9	–	2	11
12h–13h	<i>Augochloropsis</i> sp1	1	–	–	1
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	2	–	–	2
13h–14h	<i>Augochloropsis</i> sp1	2	–	–	2
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	2	–	–	2
14h–15h	<i>Euglossa</i> sp1	1	–	–	1
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	2	–	–	2
	Apidae sp1	2	–	–	2
15h–16h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	2	–	–	2
	Euglossina sp1	2	–	–	2
Total	n = 9	104	12	18	134

4.2.2. *Melanopsidium nigrum*

M. nigrum (Figura 7a) é uma espécie arbustiva dioica que apresenta flores diclinas de cor esverdeada. O espécime forneceu pólen como recurso floral (Tabela 3).

A floração se iniciou em dezembro de 2012 e as observações ocorreram ao longo de um dia (Tabela 1). Houve outro período de floração entre outubro e novembro de 2013, porém, esse não foi acompanhado por ocorrer simultaneamente ao de *C. hilariana*.

As abelhas visitaram as flores de um espécime masculino (20°36'11.59" S e 40°25'30.83" W) em dezembro de 2012. As observações totalizaram nove horas e resultaram no registro de 14 visitas de abelhas, identificadas em sete morfoespécies (Tabela 6). *Xylocopa* sp1 foi a morfoespécie mais frequente, com 35,7% das visitas, seguida por *Frieseomelitta* sp1, com 21,4% (Tabela 6). *Augochlora* sp1, *Pseudaugochlora* sp1, *Tetragonisca* sp1 (Figura 7b) e *Trigona* sp1, visitaram as flores apenas uma vez ao longo do dia.

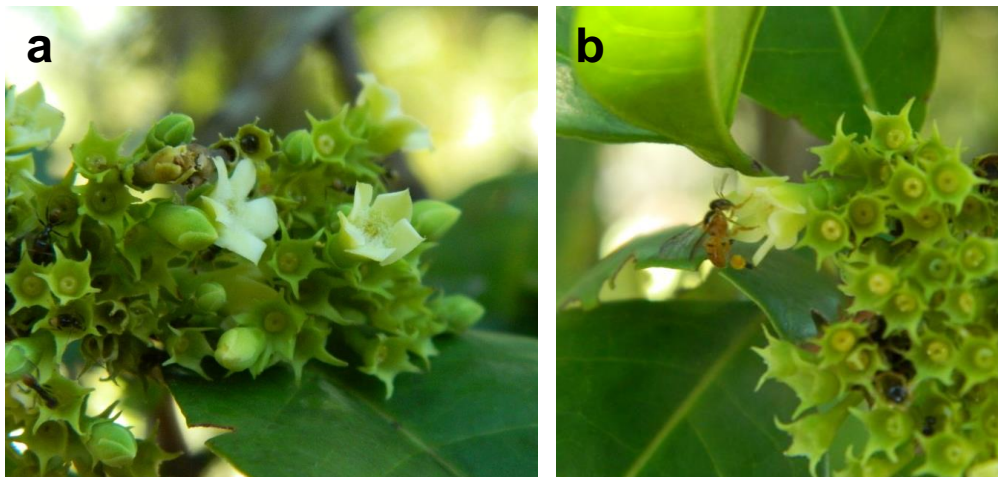


Figura 7. *Melanopsidium nigrum*. a) Detalhe da flor; b) *Tetragonisca* sp1 em visita às flores. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 07 de dezembro de 2012.

Tabela 6. Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante em flores de *Melanopsidium nigrum*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 07 de dezembro de 2012.

Família	Tribo	Morfoespécie	Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso coletado
Apidae	Apini	<i>Frieseomelitta</i> sp1	3	21,4	Pólen
		<i>Tetragonisca</i> sp1	1	7,1	
		<i>Trigona</i> sp1	1	7,1	
	Xylocopini	<i>Xylocopa</i> sp1	5	35,7	
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlora</i> sp1	1	7,1	
		Augochlorini sp1	2	14,5	
		<i>Pseudaugochlora</i> sp1	1	7,1	

As abelhas visitavam mais de uma flor no mesmo indivíduo. *Augochlora* sp1, *Augochlorini* sp1, *Pseudaugochlora* e *Xylocopa* sp1 vibravam o corpo para coletar este recurso floral. Para isso, as morfoespécies agarravam o conjunto de estames com as pernas antes de vibrar o corpo (observação pessoal). Após a vibração, era observado grande quantidade de pólen aderido ao corpo das abelhas.

As visitas às flores se iniciaram às 8 horas e cessaram às 14 horas (Figura 8). A maior riqueza de abelhas ocorreu entre 9 e 10 horas (n = 5) (Figura 8). Entre 11 e 13 horas não houve visitas (Figura 8). *Augochlora* sp1, *Tetragonisca* sp1, *Trigona* sp1 e *Xylocopa* sp1 visitaram as flores apenas na parte da manhã (Tabela 7). *Pseudaugochlora* sp1 fez uma visita no período da tarde (Tabela 7).

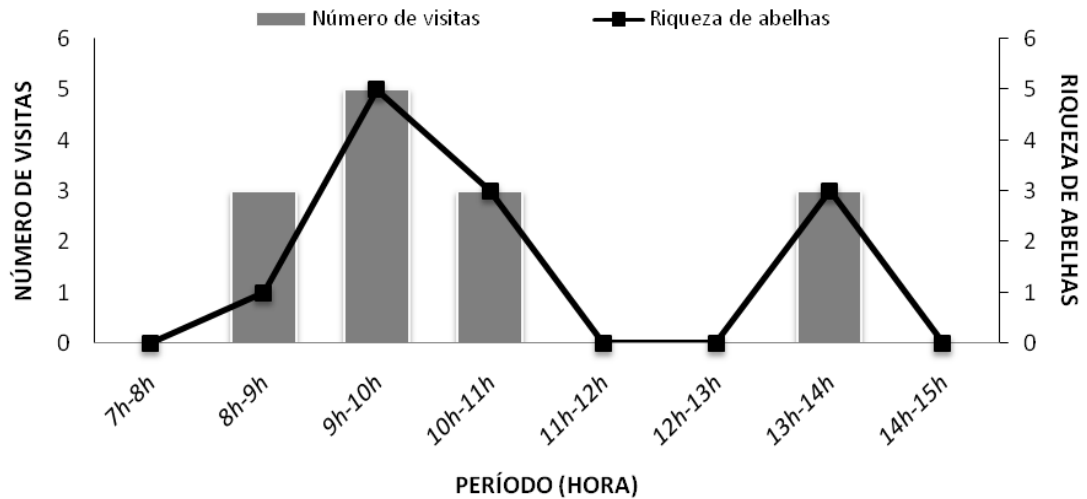


Figura 8. Riqueza e ritmo de visitação de abelhas em *Melanopsidium nigrum*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 07 de dezembro de 2012.

Tabela 7. Diversidade e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Melanopsidium nigrum*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 07 de dezembro de 2012. Onde: “–” = sem visitação no horário.

Período	Morfoespécie	Número de visitas
7h–8h	–	–
8h–9h	<i>Xylocopa</i> sp1	3
9h–10h	<i>Augochlora</i> sp1	1
	<i>Augochlorini</i> sp1	1
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	1
	<i>Trigona</i> sp1	1
	<i>Xylocopa</i> sp1	1
10h–11h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	1
	<i>Tetragonisca</i> sp1	1
	<i>Xylocopa</i> sp1	1
11h–12h	–	–
12h–13h	–	–
13h–14h	<i>Augochlorini</i> sp1	1
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	1
	<i>Pseudaugochlora</i> sp1	1
Total	n = 7	14

4.2.3. *Ouratea cuspidata*

O. cuspidata é uma espécie arbustiva que apresenta flores hermafroditas de cor amarela. A espécie ofertou pólen como recurso floral (Tabela 3).

As abelhas visitaram as flores de um espécime (20°36'11.95" S e 40°25'30.97" W) entre dezembro de 2012 e janeiro de 2013 (Tabela 1). As observações totalizaram 35 horas e resultaram em 41 registros de abelhas, identificadas em oito morfoespécies (Tabela 8). Halictidae, com três morfoespécies, foi a família mais frequente (Tabela 8), onde *Augochlorini* sp1 foi a morfoespécie com maior frequência de visitas, com 58,5% das observações (Tabela 8).

Tabela 8. Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante em flores de *Ouratea cuspidata*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013.

Família	Tribo	Morfoespécie	Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso coletado
Apidae	Apini	<i>Euglossa</i> sp1	5	12,2	Pólen
		<i>Frieseomelitta</i> sp1	1	2,4	
		<i>Tetragonisca</i> sp1	1	2,4	
	Xylocopini	<i>Xylocopa</i> sp1	5	12,2	
		<i>Xylocopa</i> sp2	3	7,5	
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlora</i> sp1	1	2,4	
		<i>Augochlorini</i> sp1	24	58,5	
		<i>Augochloropsis</i> sp1	1	2,4	

As abelhas visitavam mais de uma flor no mesmo indivíduo e, por ser hermafrodita, foi possível observar que todas tocavam nas anteras e no estigma das flores ao coletar pólen.

Além disso, *Augochlora* sp1, *Augochlorini* sp1, *Augochloropsis* sp1, *Euglossa* sp1 (Figura 9a), *Xylocopa* sp1 (Figura 9b) e *Xylocopa* sp2 vibravam o corpo para a retirada desse recurso floral. Para isso, as morfoespécies agarravam o conjunto de estames com as pernas antes de vibrar o corpo (Figura 10a). A vibração provocava

a saída de pólen na forma de nuvem, que depois aderiria em grandes quantidades ao corpo da abelha, principalmente ao ventre (observação pessoal) (Figura 10b).

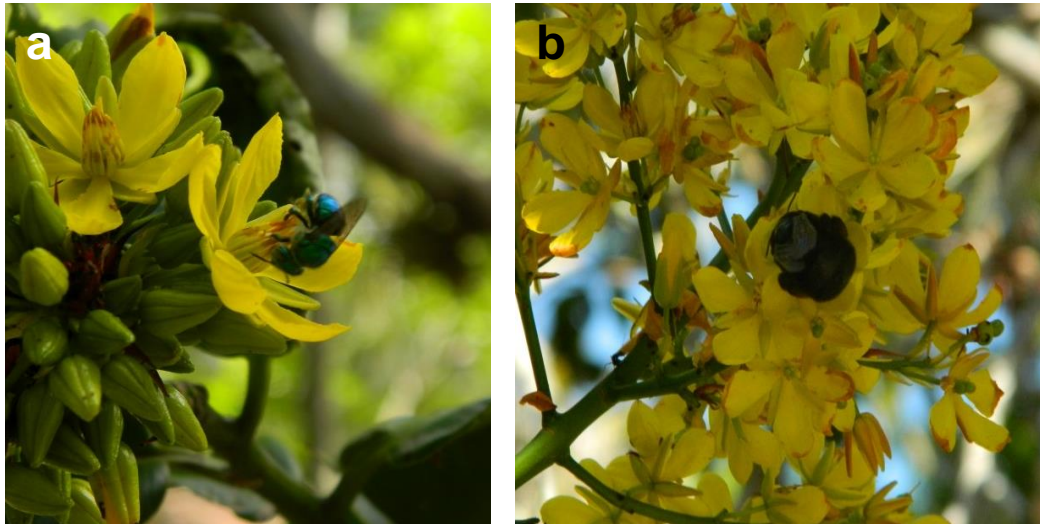


Figura 9. Visitantes florais de *Ouratea cuspidata*. a) *Euglossa* sp1; b) *Xylocopa* sp1. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013.



Figura 10. Coleta e deposição de pólen em Augochlorini em flor de *Ouratea cuspidata* a) Abelha segura o conjunto de estames e vibra as asas para retirar o pólen; b) Detalhe do pólen aderido ao ventre e à perna posterior após a vibração das asas. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013.

As visitas foram mais frequentes durante a manhã e, a partir daí, decresceram até cessar, por volta de 14 horas (Figura 11). O ritmo diário de visitação às flores variou de uma a seis morfoespécies por hora (Figura 11). *Xylocopa* sp1 visitou as flores de *O. cuspidata* durante todo o dia, exceto entre 10 e 11 horas (Tabela 9). *Augochlora* sp1, *Augochloropsis* sp1, *Frieseomelitta* sp1 e *Tetragonisca* sp1 visitaram as flores de *O. cuspidata* apenas uma vez, na parte da manhã (Tabela 9).

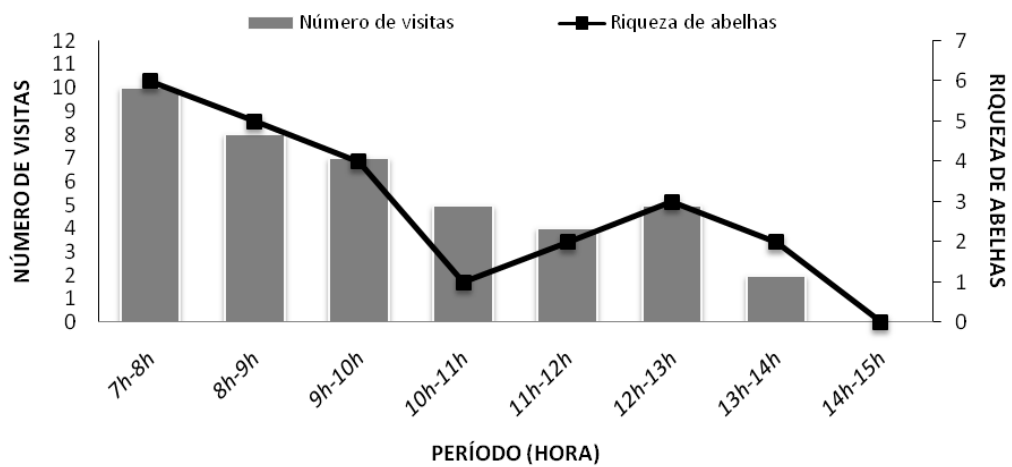


Figura 11. Riqueza e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Ouratea cuspidata*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013.

Tabela 9. Diversidade e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Ouratea cuspidata*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. 20 de dezembro de 2012 a 11 de janeiro de 2013.

Período	Morfoespécie	Número de visitas
7h–8h	<i>Augochloropsis</i> sp1	1
	<i>Augochlorini</i> sp1	5
	<i>Euglossa</i> sp1	1
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	1
	<i>Tetragonisca</i> sp1	1
	<i>Xylocopa</i> sp1	1
8h–9h	<i>Augochlora</i> sp1	1
	<i>Augochlorini</i> sp1	4
	<i>Euglossa</i> sp1	1
	<i>Xylocopa</i> sp1	1
	<i>Xylocopa</i> sp2	1
9h–10h	<i>Augochlorini</i> sp1	4
	<i>Euglossa</i> sp1	1
	<i>Xylocopa</i> sp1	1
	<i>Xylocopa</i> sp2	1
10h–11h	<i>Augochlorini</i> sp1	5
11h–12h	<i>Augochlorini</i> sp1	3
	<i>Xylocopa</i> sp1	1
12h–13h	<i>Augochlorini</i> sp1	3
	<i>Euglossa</i> sp1	1
	<i>Xylocopa</i> sp2	1
13h–14h	<i>Euglossa</i> sp1	1
	<i>Xylocopa</i> sp1	1
Total	n = 8	41

4.2.4. *Kielmeyera albopunctata*

K. albopunctata é uma espécie arbórea que possui flores brancas com odor adocicado (observação pessoal). Além disso, apresentam flores masculinas e hermafroditas em um mesmo indivíduo (Figura 12). Esta espécie forneceu pólen como recurso floral (Tabela 3).

As abelhas visitaram as flores de um espécime ($20^{\circ}36'19.29''$ S e $40^{\circ}25'35.32''$ W) entre janeiro e fevereiro de 2013 (Tabela 1).

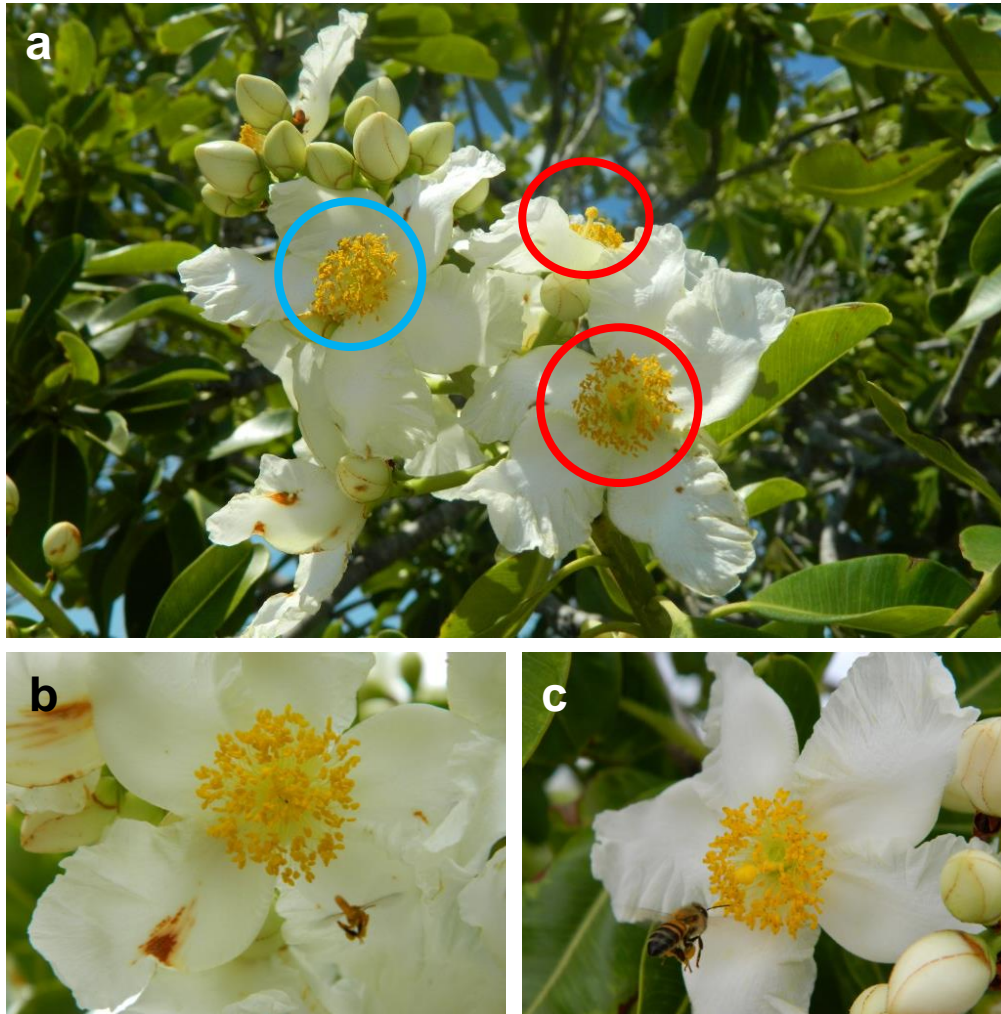


Figura 12. *Kielmeyera albopunctata*. a) Flores masculinas (círculo azul) e hermafroditas (círculos vermelhos) no mesmo indivíduo; b) Detalhe da flor masculina; c) detalhe da flor hermafrodita. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013.

As observações totalizaram 20 horas e resultaram em 213 visitas de abelhas, identificadas em quatro morfoespécies nativas (Tabela 10). Também houve visitas de *A. mellifera* às flores (Figura 13a e Tabela 10), que apresentou interação agonística com *Frieseomelitta* sp1.

Apenas apídeos visitaram as flores, e *Frieseomelitta* sp1 (Figura 13b) representou 49,3% das visitas (Tabela 10). Todas as abelhas coletaram pólen (Tabela 10) e, além desse recurso, *Trigona* sp1 coletou látex dos botões florais (Figura 14).

Tabela 10. Número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante de *Kielmeyera albopunctata*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013.

Família	Tribo	Morfoespécie/espécie	Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso utilizado
Apidae	Apini	<i>Frieseomelitta</i> sp1	105	49,3	Pólen
		<i>Trigona</i> sp1	10	4,7	
		<i>Apis mellifera</i>	70	32,9	
	Xylocopini	<i>Xylocopa</i> sp1	22	10,3	
		<i>Xylocopa</i> sp2	6	2,8	

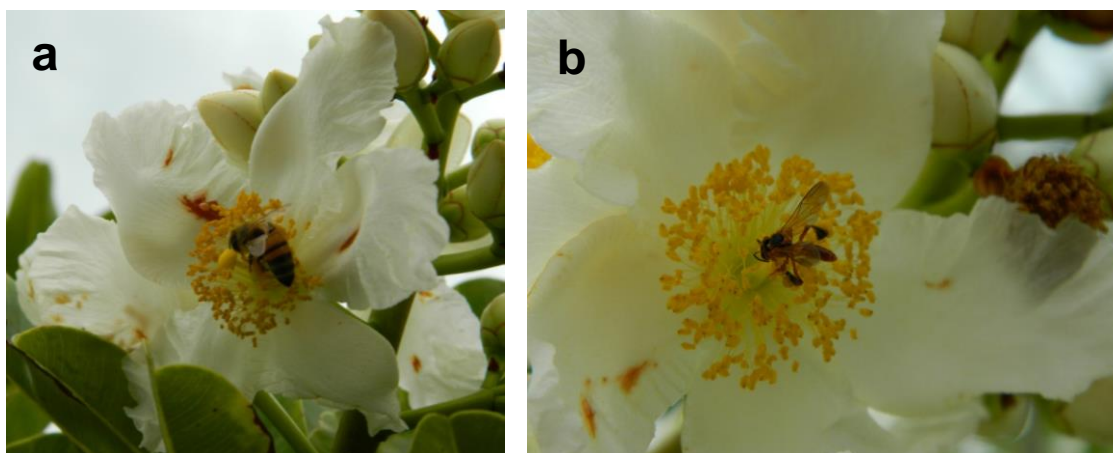


Figura 13. Visitantes florais de *Kielmeyera albopunctata*. a) *Apis mellifera*; b) *Frieseomelitta* sp1. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013.

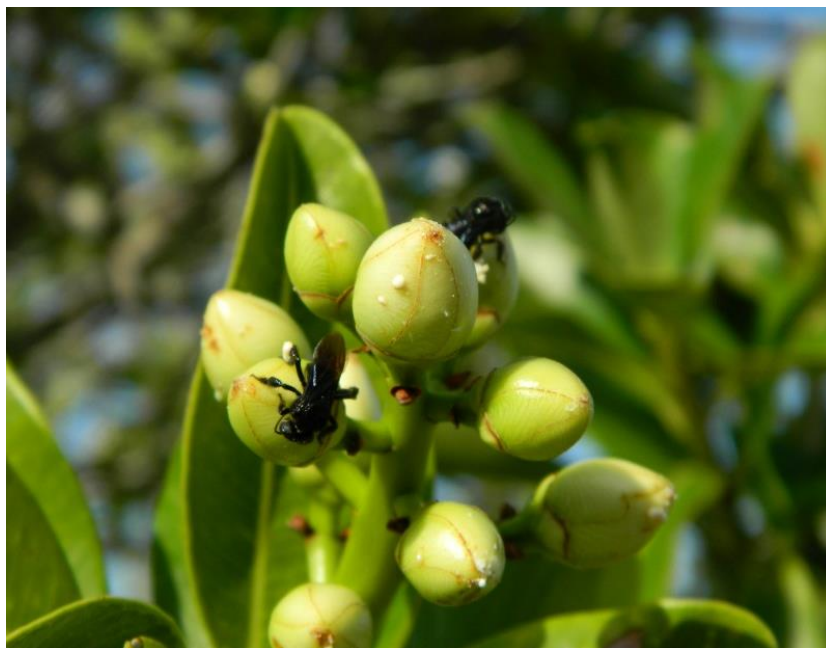


Figura 14. *Trigona* sp1 em coleta de látex dos botões florais de *Kielmeyera albopunctata*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013.

As abelhas visitavam mais de uma flor no mesmo indivíduo e tocavam nas anteras e no estigma das flores com frequência. *Xylocopa* sp1 e *Xylocopa* sp2 (Figura 15) vibravam o corpo para a retirada do pólen. O comportamento de coleta de pólen por essas morfoespécies foi o mesmo descrito em *M. nigrum* e *O. cuspidata*. Porém, ao contrário do ocorrido em *O. cuspidata*, não houve saída de pólen em forma de nuvem nesta espécie botânica.

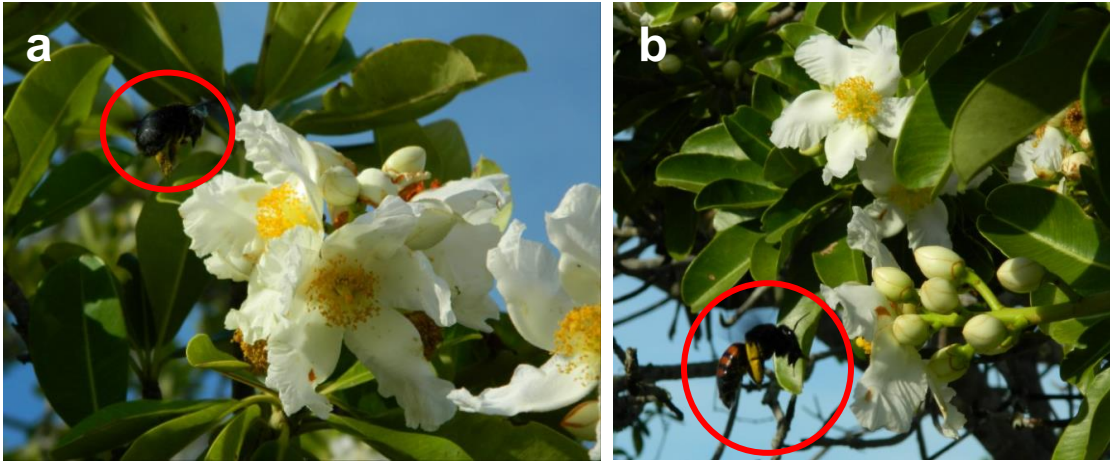


Figura 15. Visitantes florais de *Kielmeyera albopunctata*. a) *Xylocopa* sp1 (círculo vermelho); b) *Xylocopa* sp2 (círculo vermelho). Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013.

As visitas ocorreram apenas durante a manhã e cessaram por volta de 11 horas (Figura 16). A riqueza de abelhas foi constante ($n = 5$) até as 10 horas, e decresceu para uma entre 11 e 12 horas (Figura 16). *Xylocopa* sp1 visitou as flores durante toda a manhã, exceto entre 10 e 11 horas (Tabela 11).

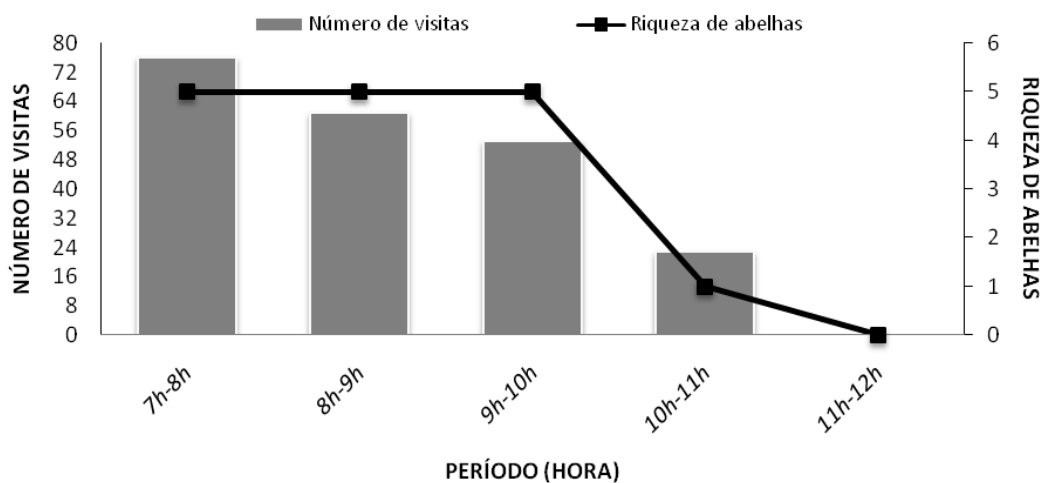


Figura 16. Riqueza e ritmo de visitação de abelhas em *Kielmeyera albopunctata*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013.

Tabela 11. Diversidade e ritmo de visitação das abelhas às flores de *Kielmeyera albopunctata*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 17 de janeiro a 08 de fevereiro de 2013.

Período	Morfoespécie/espécie	Número de visitas
7h–8h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	28
	<i>Trigona</i> sp1	4
	<i>Xylocopa</i> sp1	8
	<i>Xylocopa</i> sp2	2
	<i>Apis mellifera</i>	34
8h–9h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	26
	<i>Trigona</i> sp1	2
	<i>Xylocopa</i> sp1	10
	<i>Xylocopa</i> sp2	2
	<i>Apis mellifera</i>	21
9h–10h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	28
	<i>Trigona</i> sp1	4
	<i>Xylocopa</i> sp1	4
	<i>Xylocopa</i> sp2	2
	<i>Apis mellifera</i>	15
10h–11h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	23
Total	n = 5	213

4.2.5. *Erythroxyllum cuspidifolium*

E. cuspidifolium é um arbusto que apresenta flores brancas e hermafroditas. A espécie ofertou pólen e néctar como recurso floral.

Houve dois períodos de floração no ano: um em fevereiro de 2013, e outro em abril de 2013 (Tabela 1). Devido ao curto período de floração, as observações duraram apenas um dia em cada mês em um espécime (20°36'20.65" S e 40°25'35.99" W).

As observações totalizaram 10 horas e resultaram em 28 registros de visitas de abelhas, identificadas em três morfoespécies (Tabela 12). *Augochlora* sp1 (Figura 17) representou um total de 64,3% das observações, o que fez de Halictidae, a família mais frequente (Tabela 12).

Tabela 12. Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante de flores de *Erythroxylum cuspidifolium*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Em 15 de fevereiro de 2013 e em 12 de abril de 2013. Onde “–” = não ocorreu.

Família	Tribo	Morfoespécie	15/fev/13			12/abr/13		
			Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso coletado	Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso coletado
Apidae	Apini	<i>Trigona</i> sp1	1	6,7	Néctar	–	–	–
	Xylocopini	<i>Xylocopa</i> sp1	5	33,3	Pólen	4	30,8	Pólen
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlora</i> sp1	9	60	Pólen	9	69,2	Pólen



Figura 17. *Augochlora* sp1 em visita às flores de *Erythroxylum cuspidifolium*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 15 de fevereiro e 12 de abril de 2013.

Augochlora sp1 e *Xylocopa* sp1 foram comuns aos dois períodos de floração (Tabela 12), sendo o coeficiente de similaridade qualitativo de Sørensen, comparando a fauna de abelhas entre as duas florações, igual a 0.33. Já o índice de similaridade quantitativo de Morisita-Horn foi de 0.13.

Esta foi a única, entre as sete espécies analisadas, a ofertar néctar. Nos dias 15 de fevereiro e 12 de abril de 2013, o volume e a concentração de açúcar do néctar foi de 0,62 μ L e 50 °Bx, e de 0,78 μ L e 24 °Bx, respectivamente. Apenas *Trigona* sp1 coletou néctar e para isso perfurou a corola com as mandíbulas.

As abelhas visitavam mais de uma flor no mesmo indivíduo e, ao coletar pólen, tocavam nas anteras e no estigma das flores. Além disso, *Augochlora* sp1 e *Xylocopa* sp1 vibravam o corpo para a retirada desse recurso floral. O comportamento de coleta de pólen por essas morfoespécies foi o mesmo descrito em *M. nigrum*, *O. cuspidata* e *K. albopunctata*. Porém, ao contrário do ocorrido em *O. cuspidata*, não houve saída de pólen em forma de nuvem nesta espécie botânica.

As visitas foram mais frequentes durante a manhã e, a partir daí, decresceram até cessar, por volta de 14 horas (Figura 18). A riqueza de abelhas foi máxima ($n =$

3) entre 7 e 8 horas (Figura 18). *Augochlora* sp1 visitou as flores durante todo o período de observação, com exceção do período entre 11 e 12 horas onde não houve visita de nenhuma abelha (Tabela 13). *Xylocopa* sp1 foi a segunda morfoespécie mais frequente, com 32,1% das visitas, e todas concentradas entre 7 a 8 horas (Tabela 13).

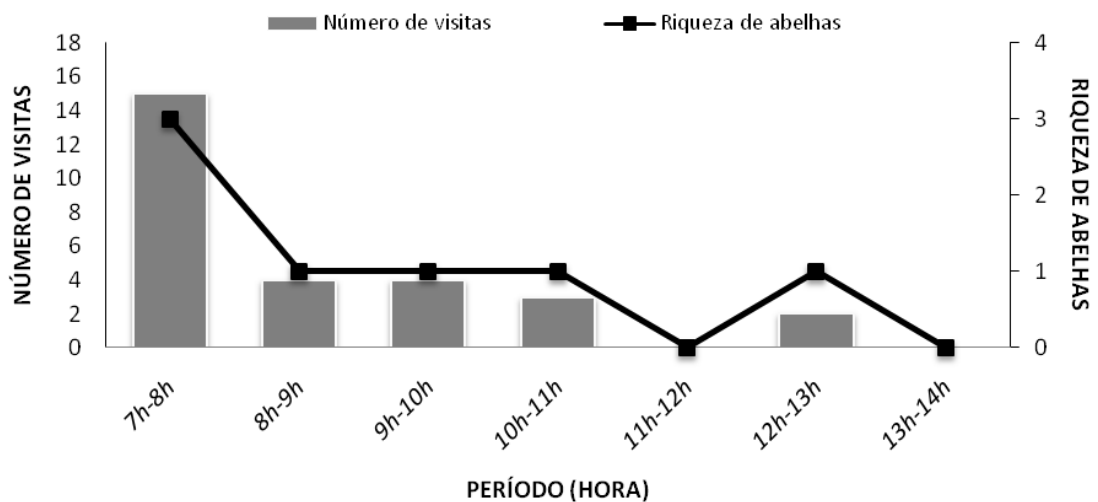


Figura 18. Riqueza e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Erythroxylum cuspidifolium*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Em 15 de fevereiro de 2013 e em 12 de abril de 2013.

Tabela 13. Diversidade e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Erythroxylum cuspidifolium*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 15 de fevereiro e 12 de abril de 2013. Onde: “–” = sem visitação no horário.

Período	Morfoespécie	15/fevereiro/2013	12/abril/2013	Total de visitas
7h–8h	<i>Augochlora</i> sp1	2	3	5
	<i>Trigona</i> sp1	1	–	1
	<i>Xylocopa</i> sp1	5	4	9
8h–9h	<i>Augochlora</i> sp1	1	3	4
9h–10h	<i>Augochlora</i> sp1	3	1	4
10h–11h	<i>Augochlora</i> sp1	2	1	3
11h–12h	–	–	–	–
12h–13h	<i>Augochlora</i> sp1	1	1	2
Total	n = 3	15	13	28

4.2.6. *Chamaecrista rotundifolia*

C. rotundifolia é uma herbácea com flores amarelas, hermafroditas e forneceu pólen (Tabela 3).

Houve diversos períodos de floração ao longo do estudo: em novembro de 2012; entre fevereiro e março de 2013; entre abril e maio de 2013; e entre outubro e novembro de 2013. Porém, os registros das abelhas visitantes florais ocorreram em dois períodos: entre fevereiro e março de 2013 e entre abril e maio de 2013 (Tabela 1). Os períodos de floração que ocorreram em novembro de 2012 e entre outubro a novembro de 2013 não foram acompanhados por ocorrer simultaneamente ao de *C. hilariana*.

As abelhas visitaram as flores de uma mancha de indivíduos (20°36'16.18" S e 40°25'26.62" W). As observações totalizaram 25 horas e resultaram em 22 registros de visitas de abelhas, identificadas em cinco morfoespécies (Tabela 14). Todas as abelhas coletaram pólen (Tabela 14). *Pseudaugochlora* sp1 foi o visitante mais frequente, com 45,5% das observações, seguida por *Xylocopa* sp1, com 41% das observações (Tabela 14).

Tabela 14. Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante em flores de *Chamaecrista rotundifolia*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de fevereiro a 08 de março de 2013, e 26 de abril a 03 de maio de 2013.

Família	Tribo	Morfoespécie	22/fev – 08/mar/13			26/abr – 03/mai/13		
			Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso coletado	Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso coletado
Apidae	Centridini	<i>Centris</i> sp1	1	8,3	Pólen	–	–	–
	Exomalopsini	<i>Exomalopsis</i> sp1	1	8,3	Pólen	–	–	–
	Xylocopini	<i>Xylocopa</i> sp1	5	41,7	Pólen	4	40	Pólen
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlora</i> sp1	–	–	–	1	10	Pólen
		<i>Pseudaugochlora</i> sp1	5	41,7	Pólen	5	50	Pólen

Pseudaugochlora sp1 e *Xylocopa* sp1 foram comuns aos dois períodos de floração (Tabela 14), sendo o coeficiente de similaridade qualitativo de Sørensen, comparando a fauna de abelhas entre as duas florações estudadas, igual a 0.6. Já o índice de similaridade quantitativo de Morisita-Horn foi de 0.04.

As abelhas visitavam mais de uma flor no mesmo indivíduo e tocavam nas anteras ou no estigma das flores ao coletar pólen. Além disso, Augochlorini (Figura 19) e *Xylocopa* vibravam o corpo para a retirada do pólen. O comportamento de coleta de pólen por essas morfoespécies foi o mesmo descrito em *M. nigrum*, *O. cuspidata*, *K. albopunctata* e *E. cuspidifolium*. Porém, ao contrário do ocorrido em *O. cuspidata*, não houve saída de pólen em forma de nuvem nesta espécie botânica.

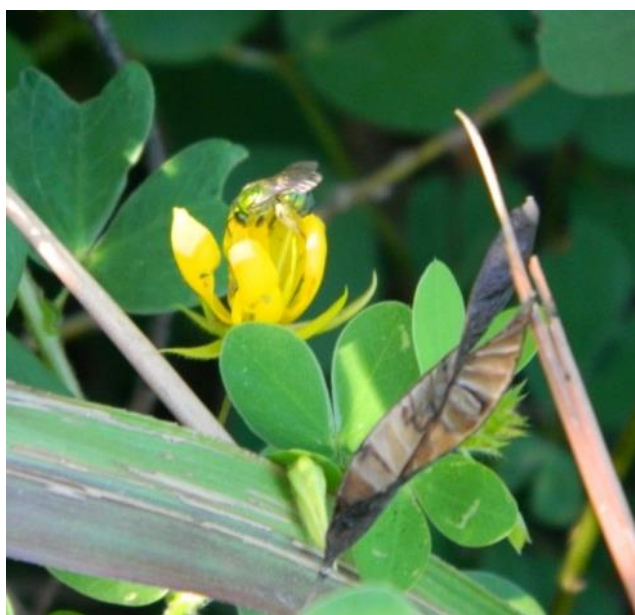


Figura 19. Augochlorini em visita às flores de *Chamaecrista rotundifolia*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de fevereiro a 08 de março de 2013 e 26 de abril a 03 de maio de 2013.

As visitas ocorreram apenas durante a manhã e cessaram por volta de 11 horas (Figura 20). A riqueza de abelhas foi máxima ($n = 4$) entre 7 e 8 horas (Figura 20). *Pseudaugochlora* sp1 e *Xylocopa* sp1 visitaram as flores ao longo de toda a manhã, exceto entre 10 e 11 horas (Tabela 15).

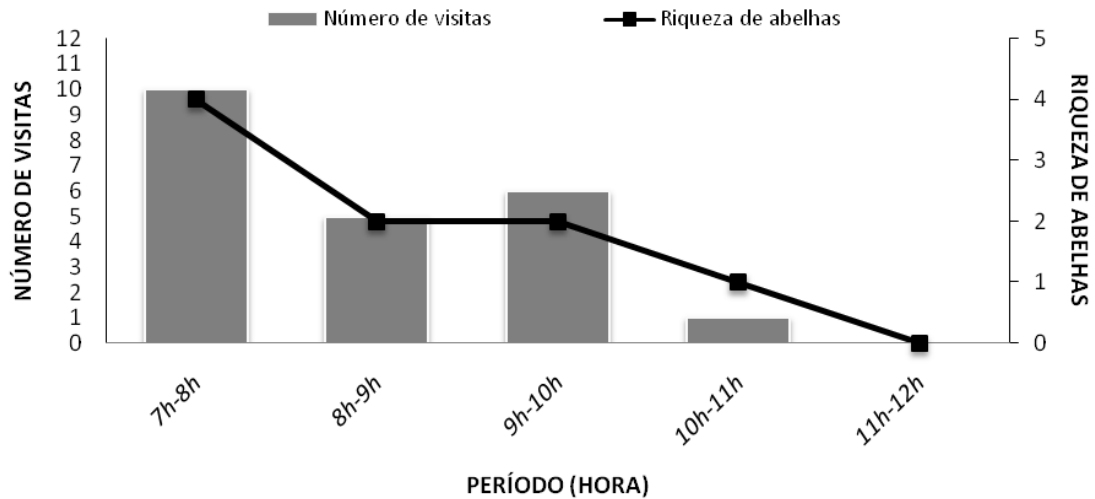


Figura 20. Riqueza e ritmo de visitação de abelhas à flores de *Chamaecrista rotundifolia*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de fevereiro a 08 de março de 2013 e 26 de abril a 03 de maio de 2013.

Tabela 15. Diversidade e ritmo de visitação de abelhas às flores de *Chamaecrista rotundifolia*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari, ES. 22 de fevereiro a 08 de março de 2013, e 26 de abril a 03 de maio de 2013.

Período	Morfoespécie	22/fevereiro – 08/março/2013	26/abril – 03/maio/2013	Total de visitas
7h–8h	<i>Augochlora</i> sp1	–	1	1
	<i>Centris</i> sp1	1	–	1
	<i>Xylocopa</i> sp1	3	1	4
	<i>Pseudaugochlora</i> sp1	2	2	4
8h–9h	<i>Xylocopa</i> sp1	1	2	3
	<i>Pseudaugochlora</i> sp1	2	–	2
9h–10h	<i>Xylocopa</i> sp1	1	1	2
	<i>Pseudaugochlora</i> sp1	1	3	4
10h–11h	<i>Exomalopsis</i> sp1	1	–	1
Total	n = 5	12	10	22

4.2.7. *Schinus terebinthifolius*

S. terebinthifolius é uma espécie arbórea, dióica e as flores são brancas e diclinas. A espécie forneceu pólen como recurso floral.

As abelhas visitaram as flores de uma mancha com espécimes masculinos de *S. terebinthifolius* (20°36'12.74" S e 40°25'33.46" W) entre março e abril de 2013 (Tabela 1). Outro período de floração ocorreu entre outubro a novembro de 2013, mas não foi analisado devido à simultaneidade com *C. hilariana*.

As observações totalizaram 28 horas e resultaram em 142 visitas de abelhas, identificadas em cinco morfoespécies nativas (Tabela 16). Além dessas morfoespécies, houve visita de *A. mellifera* às flores (Tabela 16). *Frieseomelitta* sp1 (Figura 21) foi a morfoespécie mais frequente, com 71,1% das observações, seguida por *Tetragonisca* sp1, com 14,1% (Tabela 16). Todas as abelhas coletaram pólen.

Tabela 16. Diversidade, número e percentual de visitas, e recurso floral coletado por abelha visitante de flores de *Schinus terebinthifolius*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de março a 19 de abril de 2013.

Família	Tribo	Morfoespécie/espécie	Número de visitas	Percentual de visitas	Recurso utilizado
Apidae	Apini	<i>Frieseomelitta</i> sp1	102	71,1	Pólen
		<i>Tetragonisca</i> sp1	20	14,1	
		<i>Trigona</i> sp1	1	1,8	
		<i>Apis mellifera</i>	16	11,3	
Halictidae	Augochlorini	<i>Augochlora</i> sp1	1	0,3	
		<i>Augochloropsis</i> sp1	2	1,4	



Figura 21. *Frieseomelitta* sp1 (círculo vermelho) em visita às flores de *Schinus terebinthifolius*. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de março a 19 de abril de 2013.

As abelhas visitavam mais de uma flor no mesmo indivíduo. *Augochlora* sp1 e *Augochloropsis* sp1 vibravam o corpo para a retirada do pólen. O comportamento de coleta desse recurso floral por essas morfoespécies foi o mesmo descrito em *M. nigrum*, *O. cuspidata*, *K. albopunctata*, *E. cuspidifolium* e *C. rotundifolia*. Porém, ao contrário do ocorrido em *O. cuspidata*, não houve saída de pólen em forma de nuvem nesta espécie botânica.

As visitas foram mais frequentes durante a manhã e, a partir daí, decresceram até cessar por volta de 15 horas (Figura 22). A riqueza de abelhas foi máxima ($n = 6$) entre 7 e 8 horas (Figura 22). *Frieseomelitta* sp1 visitou as flores ao longo de todo o período de observação (Tabela 17).

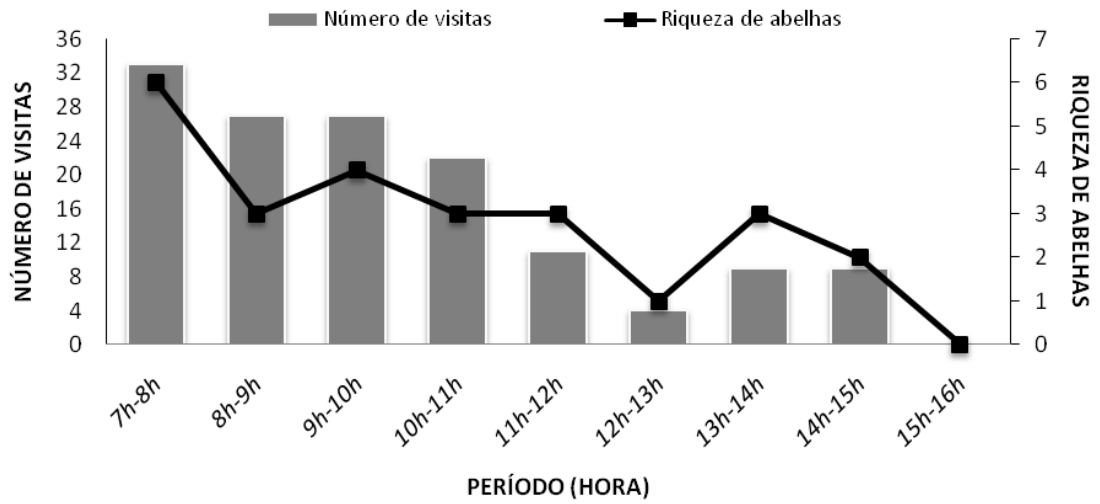


Figura 22. Riqueza e ritmo de visitação de abelhas em *Schinus terebinthifolius*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de março a 19 de abril de 2013.

Tabela 17. Diversidade e ritmo de visitação de abelhas às flores masculinas de *Schinus terebinthifolius*, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 22 de março a 19 de abril de 2013.

Período	Morfoespécie/espécie	Número de visitas
7h–8h	<i>Augochlora</i> sp1	1
	<i>Augochloropsis</i> sp1	1
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	22
	<i>Tetragonisca</i> sp1	4
	<i>Trigona</i> sp1	1
	<i>Apis mellifera</i>	4
8h–9h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	20
	<i>Tetragonisca</i> sp1	3
	<i>Apis mellifera</i>	4
9h–10h	<i>Augochloropsis</i> sp1	1
	<i>Frieseomelitta</i> sp1	21
	<i>Tetragonisca</i> sp1	2
	<i>Apis mellifera</i>	3
10h–11h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	15
	<i>Tetragonisca</i> sp1	5
	<i>Apis mellifera</i>	2
11h–12h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	6
	<i>Tetragonisca</i> sp1	3
	<i>Apis mellifera</i>	2
12h–13h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	4
13h–14h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	6
	<i>Tetragonisca</i> sp1	2
	<i>Apis mellifera</i>	1
14h–15h	<i>Frieseomelitta</i> sp1	8
	<i>Tetragonisca</i> sp1	1
Total	n = 6	142

4.3. Ritmo de visitação das abelhas e correlação entre fatores climáticos e visita às flores

No geral, o número de visitas de abelhas foi maior durante a manhã, com o máximo de riqueza de abelhas ($n = 12$) entre 7 e 9 horas e o mínimo ($n = 3$) entre 15 e 16 horas (Figura 23). *Centris* sp1, *Exomalopsis* sp1, *Meliponina* sp1 e *Trigona* sp1 visitaram as flores apenas na parte da manhã. Apidae sp1 e Euglossina sp1 visitaram as flores apenas na parte da tarde (Tabela 5).

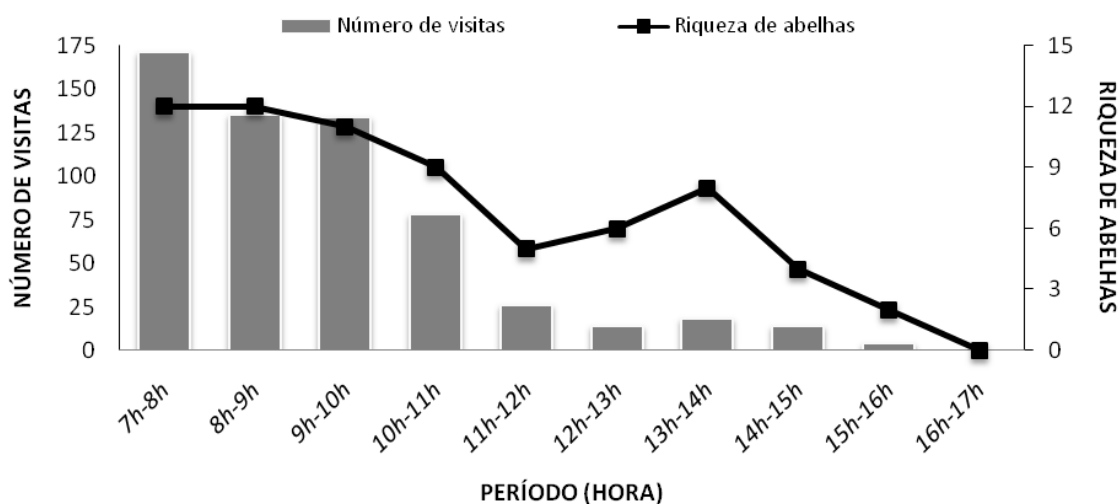


Figura 23. Riqueza e ritmo de visitação de abelhas visitantes totais às sete espécies botânicas estudadas, por hora. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013.

Em 2012, a média anual de precipitação foi de 117,05 mm ($\pm 124,8$), e os meses de menor precipitação (< 20 mm) foram setembro (11,2 mm), outubro (12,9 mm) e dezembro (13,6 mm) (Figura 24). A temperatura variou de 21,4°C (agosto) a 27,5°C (dezembro) ao longo dos meses. Já em 2013, a média anual de precipitação até a primeira quinzena de novembro foi de 96,2 mm ($\pm 4,1$), e o mês de menor

precipitação (< 20 mm) foi fevereiro (14 mm) (Figura 25). A temperatura variou de 21,4°C (julho) a 26,7°C (fevereiro) ao longo dos meses.

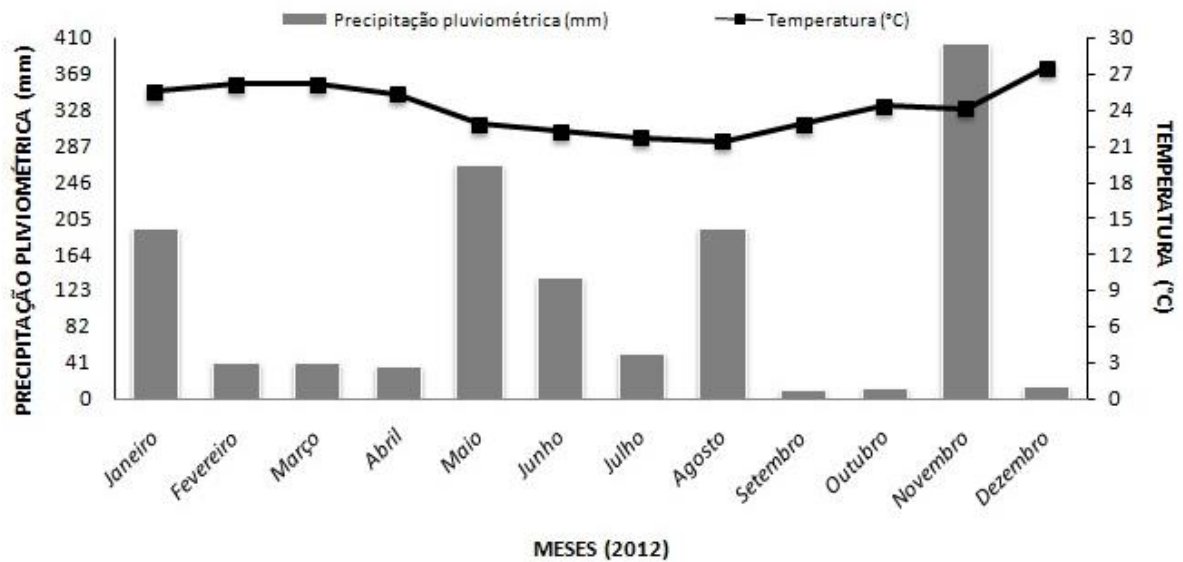


Figura 24. Precipitação pluviométrica e temperatura mensal em 2012, no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Fonte de dados climáticos: Incaper.

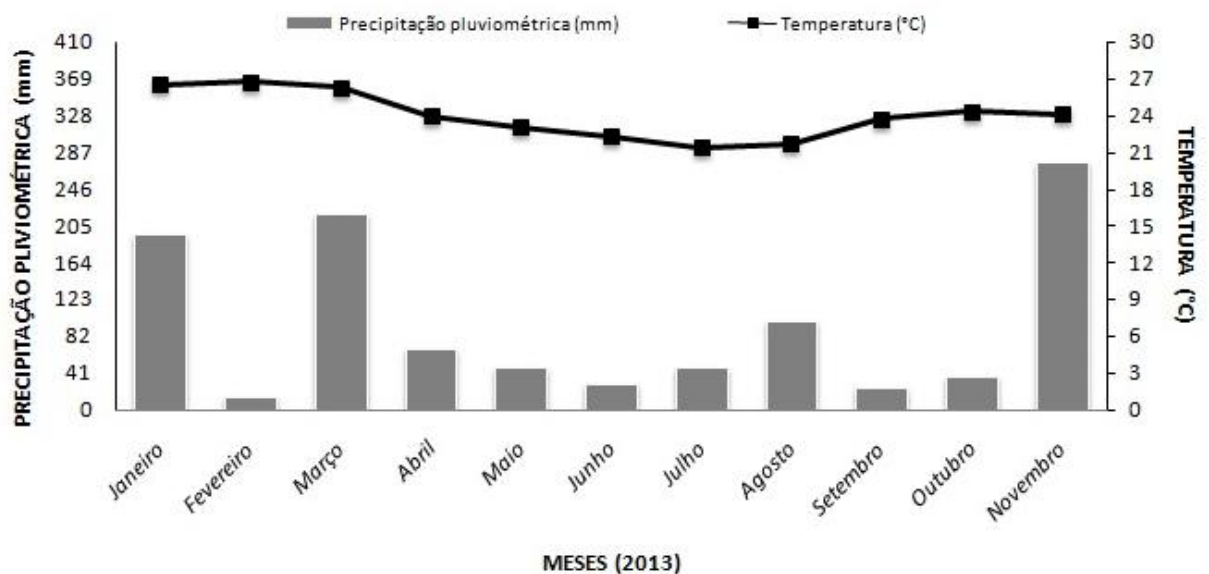


Figura 25. Precipitação pluviométrica e temperatura mensal em 2013, no Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. Fonte de dados climáticos: Incaper.

Segundo o coeficiente de Spearman (r_s), a precipitação mensal não foi significativamente correlacionada com o número de visitas mensal. Porém, a precipitação durante o período de floração foi significativamente correlacionada com o número de visitas por período de floração ($r_s = 0,78$; $p = 0,02$) (Figura 26). Os dados de temperatura não mostraram correlação significativa com o número de visita mensal ou com o número de visitas por período de floração.

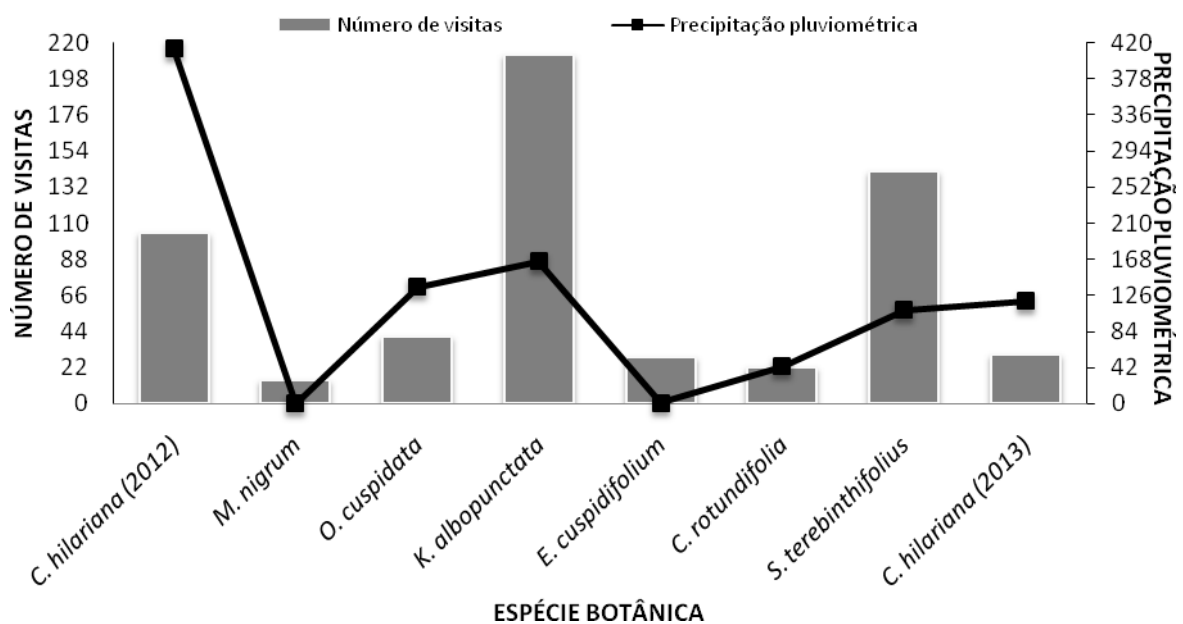


Figura 26. Precipitação pluviométrica e total de visitas por período de floração. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013. Fonte de dados climáticos: Incaper.

4.4. Diversidade e similaridade entre a fauna de abelhas das espécies botânicas

A diversidade, medida pelo índice de Shannon, para toda a área de estudo foi $H' = 1.72$. A maior diversidade de visitantes ocorreu em *M. nigrum* ($H' = 1.73$), e a menor, em *E. cuspidifolium* ($H' = 0.77$) (Tabela 18).

Tabela 18. Riqueza, total de visitas e diversidade de abelhas visitantes por espécie botânica. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013.

Espécie botânica	Riqueza de abelhas	Total de visitas	Total de observações (horas)	Diversidade (H')
<i>C. hilariana</i>	9	134	41	1.02
<i>M. nigrum</i>	7	14	9	1.73
<i>O. cuspidata</i>	8	41	35	1.4
<i>K. albopunctata</i>	5	213	20	1.2
<i>E. cuspidifolium</i>	3	28	10	0.77
<i>C. rotundifolia</i>	5	22	25	1.14
<i>S. terebinthifolius</i>	6	142	28	0.89

A similaridade da fauna de abelhas visitantes entre as sete espécies botânicas, comparadas através do coeficiente de similaridade qualitativo de Sørensen, indicou que tanto *C. hilariana* e *S. terebinthifolius* quanto *M. nigrum* e *O. cuspidata* são as mais semelhantes em relação à composição de espécies ($C_s = 0.5$) (Figura 27). Cada um dos dois grupos citados compartilhou cinco morfoespécies/espécie, sendo as de *C. hilariana* e *S. terebinthifolius*: *A. mellifera*, *Augochloropsis* sp1, *Frieseomelitta* sp1, *Tetragonisca* sp1 e *Trigona* sp1. Enquanto *M. nigrum* e *O. cuspidata* compartilharam: *Augochlora* sp1, *Augochlorini* sp1, *Frieseomelitta* sp1, *Tetragonisca* sp1 e *Xylocopa* sp1.

Já a similaridade entre as espécies botânicas, considerado o número de visitas das espécies através do índice de similaridade quantitativo de Morisita-Horn, indicou que *C. hilariana* e *S. terebinthifolius* são as mais semelhantes ($C_{mh} = 0.95$) (Figura 28).

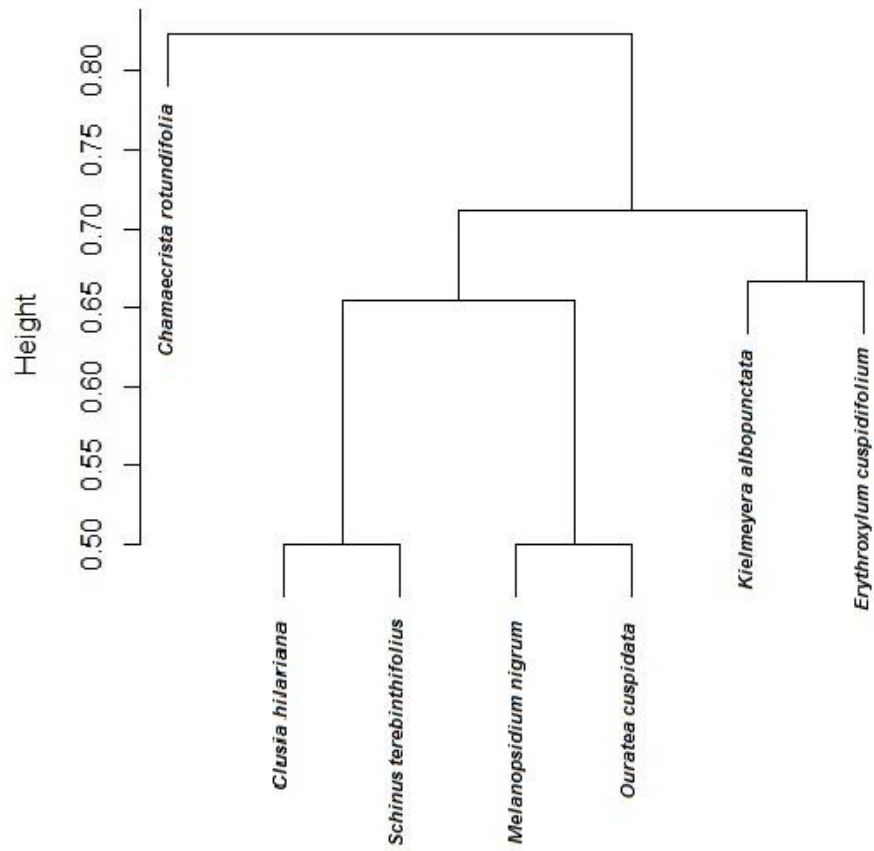


Figura 27. Similaridade entre fauna de abelhas visitantes das sete espécies botânicas no Parque Estadual Paulo César Vinha (Guarapari – ES), comparadas através do coeficiente de similaridade qualitativo de Sørensen. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013.

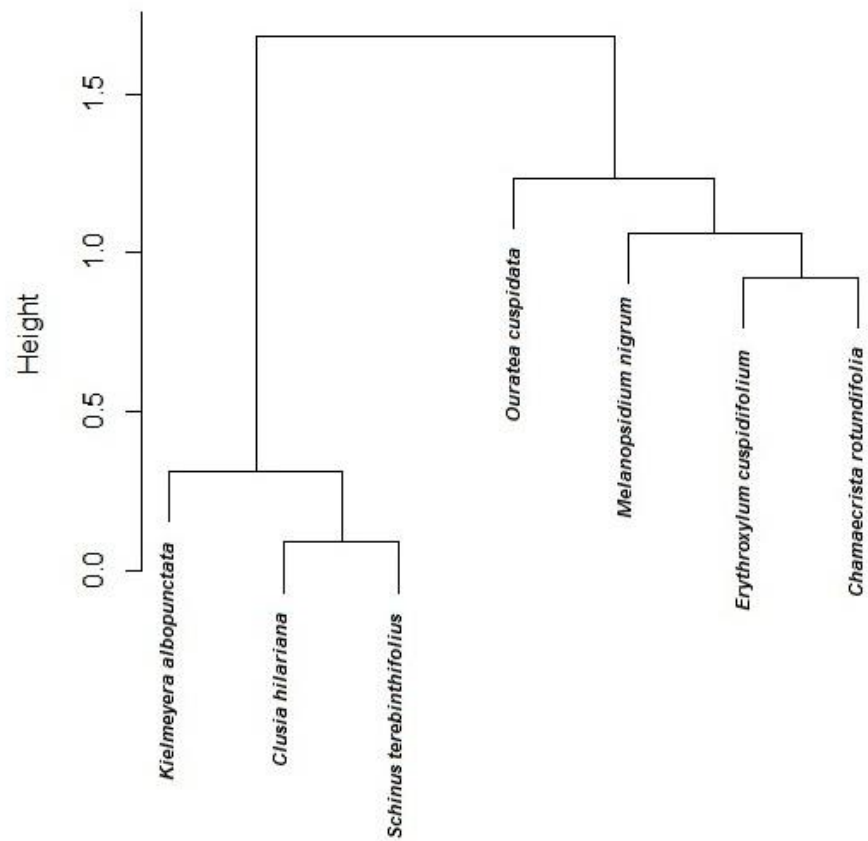


Figura 28. Similaridade entre a fauna de abelhas visitantes das sete espécies botânicas no Parque Estadual Paulo César Vinha (Guarapari – ES), comparadas através da frequência de visitas com o índice de similaridade de Morisita-Horn. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013.

5. DISCUSSÃO

5.1. Esforço amostral, número de visitas, riqueza, hábito de vida e recurso coletado pelas abelhas visitantes florais

O presente estudo registrou 15 morfoespécies nativas. Com exceção de *A. mellifera*, as demais abelhas encontradas correspondem aos primeiros registros destas para o PEPCV. Estudos sobre interações abelha-flor em dunas e restinga com duração semelhante ao deste (aproximadamente um ano), com apenas um observador, encontraram riqueza de abelhas entre 3 e 12 espécies, entre nativas e exótica (e.g. Oliveira-Rebouças & Gimenes, 2004; Cesário, 2007; Cesário & Gaglianone, 2013).

A abelha mais frequente foi *Frieseomelitta* sp1, que apresenta hábito de vida eussocial (Tabela 2). Abelhas eussociais influenciam diretamente a frequência de visitas, devido ao número de indivíduos que podem fazer parte das colônias. Abelhas nativas eussociais podem formar colônias com mais de 8.000 indivíduos (Neves & Viana, 2002).

Foram estudadas plantas dioicas (n = 3), monoicas (n = 3) e andromonoica (n = 1) (Tabela 1). O sistema reprodutivo das dioicas *C. hilariana*, *M. nigrum* e *S. terebinthifolius* é xenogâmico (Delprete, 2000; Lenzi & Orth, 2004; Martins, 2007). No sistema reprodutivo xenogâmico há a obrigatoriedade da polinização cruzada para que ocorra a reprodução sexuada (Bawa & Opler, 1975; Thomson & Barret, 1981; Freeman *et al.*, 1997). Essa obrigatoriedade também se verifica nas espécies monoicas (*C. rotundifolia*, *E. cuspidifolium*, e *O. cuspidata*) e na andromonoica (*K. albopunctata*) que são autoincompatíveis (Pinheiro *et al.*, 1999; Aguiar *et al.*, 2003; Loiola, 2013). Portanto, nas sete espécies botânicas estudadas se ressalta a dependência em relação às abelhas como vetores da condução de pólen entre flores intraespecíficas, uma vez que são os visitantes florais mais frequentes.

As abelhas visitaram flores de cor branca (*K. albopunctata*, *E. cuspidifolium* e *S. terebinthifolius*), rosada (*C. hilariana*), esverdeada (*M. nigrum*) e amarela (*O.*

cuspidata e *C. rotundifolia*). Tal comportamento corrobora com Percival (1979) e Willmer (2011), que relatam que abelhas são atraídas pelo ultravioleta (que inclui o branco), azul, verde, amarelo e apresentam pouca sensibilidade ao vermelho.

O recurso floral mais utilizado pelas abelhas foi o pólen, coletado por 93,7% das abelhas (com exceção de *Euglossina* sp1) (Tabela 3), que é fonte de proteína e lipídios para as abelhas adultas e suas larvas (Faegri & Van der Pijl, 1976; Percival, 1979; Willmer, 2011). Esse elevado percentual corrobora com Nogueira-Neto (1997) que relata que, por ser o recurso mais fornecido pelas plantas (pólen originará o gameta masculino em fanerógamas), será também o mais coletado pelas abelhas.

Abelhas solitárias estiveram presentes em seis das sete plantas estudadas (Tabelas 2 e 3) Em *M. nigrum*, as três morfoespécies de abelhas solitárias ou subsociais representaram 49,9% das visitas (Tabelas 2 e 6). Em *O. cuspidata*, metade das morfoespécies (n = 4) eram solitárias ou subsociais (Tabelas 2 e 8). Em *E. cuspidifolium*, as duas morfoespécies de abelhas solitárias ou subsociais representaram 96,4% das visitas (Tabelas 2 e 12). Já em *C. rotundifolia* todas as morfoespécies eram solitárias, subsociais ou parassociais (Tabelas 2 e 14). Em abelhas com hábito de vida solitário, a sobrevivência do adulto e de sua prole, depende do esforço individual do adulto (Silveira *et al.*, 2002). Com isso, as espécies botânicas citadas garantem a sobrevivência das abelhas solitárias adultas e seus descendentes ao fornecerem recurso alimentar ao longo de todo o período chuvoso e início do período seco.

Augochlorini e *Xylocopa* que visitaram *O. cuspidata* (Tabela 8) e *C. rotundifolia* (Tabela 14), cujas flores apresentam anteras poricidas (Pinheiro *et al.*, 1999; Nunes-Silva *et al.*, 2010), vibravam o corpo ao coletar pólen. *Euglossa* sp1 vibrou o corpo apenas em *O. cuspidata*. Essa vibração, comum em visita às flores com anteras poricidas, tem origem na contração e relaxamento dos músculos de vôo e causa aderência de grande concentração de pólen no corpo do visitante (Michener, 1962). Por consequência, vibrar o corpo para retirar pólen aumenta a chance de transferência desse recurso floral entre flores interespecíficas e, assim, promove o evento denominado polinização por vibração ("buzz pollination") (Buchmann, 1974). Quando Augochlorini e *Xylocopa* agarravam o conjunto de estames ao vibrar o corpo, o pólen aderido ao mesmo entrava em contato com o

estigma das flores. Tal fato aumenta as chances de polinização dessas espécies botânicas.

Augochlorini e *Xylocopa* também vibraram o corpo durante a coleta de pólen em plantas que não apresentam flores com anteras poricidas (e.g. *M. nigrum*, *K. albopunctata*, *E. cuspidifolium* e *S. terebinthifolius*). Vibrar o corpo para retirar pólen de anteras não poricidas, o que não seria esperado devido ao fácil acesso ao recurso floral, é evento já documentado (Michener, 1962; Buchmann, 1974; Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger, 2006; Nunes-Silva *et al.*, 2010) e o motivo da vibração em tais anteras ainda não é bem explicado (Nunes-Silva *et al.*, 2010).

5.2. Ritmo de visitação, riqueza e recurso floral coletado pelas abelhas visitantes florais por espécie botânica

5.2.1. *C. hilariana*

C. hilariana é considerada espécie chave na recuperação de áreas costeiras degradadas (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2007), este é segundo trabalho que aborda a relação abelha-flor dessa espécie botânica no Espírito Santo.

Apidae e Halictidae foram as únicas famílias de abelhas visitantes florais encontradas no presente estudo. Para essa espécie botânica, tal fato corrobora com Martins (2007) e Nunes-Silva *et al.* (2010) que relatam que essas duas famílias são as principais visitantes dessa planta.

O levantamento de abelhas visitantes florais dessa espécie botânica feito por Cesário (2007), em Praia das Neves (município de Presidente Kennedy, sul do ES), onde as capturas foram feitas diretamente na flor e com a utilização de iscas aromáticas para atrair Euglossina, registrou 12 espécies de abelhas entre nativas e *A. mellifera*. Comparado com Cesário (2007), o presente estudo apresenta três

novos registros de abelhas visitantes florais de *C. hilariana*, no ES: *Frieseomelitta* sp1, *Tetragonisca* sp1 e *Trigona* sp1.

Todos os visitantes florais coletaram resina (Tabelas 4). Como toda planta produtora de resina, *C. hilariana* tem um papel importante na comunidade como fonte de matéria prima básica para a construção de ninhos de várias espécies de abelhas (Carmo & Franceschinelli, 2002). À resina também são atribuídas propriedades antifúngicas e bactericidas úteis às abelhas (Lokvan & Braddock, 1999).

Espécies de Euglossina, aqui representados por *Euglossa* sp1 e Euglossina sp1 usam a resina fornecida por diversas espécies botânicas para construir seus ninhos (Silveira *et al.*, 2002). Essas abelhas utilizam a resina para cimentar partículas de casca de árvore ou construir urnas de resina, onde irão se abrigar (Silveira *et al.*, 2002). Além disso, *Euglossa* sp1 e Euglossina sp1 apresentam hábito de vida solitário ou parassocial. Para visitantes de hábito de vida solitário, a construção do abrigo depende exclusivamente de um único indivíduo (Silveira *et al.*, 2002). Tal fato ressalta a importância da planta como fonte de matéria prima, o que contribui na manutenção dessas morfoespécies na área de estudo.

Nas observações de outubro a novembro de 2013, foi possível observar um indivíduo masculino e um feminino da planta. Nesse período, *Frieseomelitta* sp1 e *Trigona* sp1 apresentaram as maiores frequências de visita tanto à flor masculina (33,4% e 50%, respectivamente), quanto à feminina (33,3% e 66,7%, respectivamente) (Tabela 4). Porém, essas duas morfoespécies depositavam o pólen na corbícula, o que pode diminuir a viabilidade do pólen ao serviço de polinização devido à atividade enzimática da secreção regurgitada pela abelha ou simplesmente pela ação mecânica do movimento sobre os grãos (Mello Jr *et al.*, 2006). Outro fato relevante é que abelhas coletam apenas um recurso por viagem de forrageamento (Armbruster, 1984), o que diminui as chances de se encontrar pólen no corpo dessas abelhas durante a coleta de resina na flor feminina (Tabela 4).

Além da reprodução sexuada discutida anteriormente, para essa espécie botânica pioneira há registros de ocorrência de reprodução vegetativa (Crawley, 1997; Lorenzi, 2002; Martins & Oliveira, 2003; Zamith & Scarano, 2004). Em teoria, as espécies colonizadoras deveriam se mostrar menos dependentes de

polinizadores específicos como adaptação favorável à ocupação de novos ambientes (Scarano *et al.*, 2004). Tal fato levou Matallana *et al.* (2005) a proporem que a colonização da restinga foi beneficiada por mecanismos de reprodução clonal. Se os visitantes florais de *C. hilariana* estocam o pólen ou o utilizam em alimentação imediata, a diminuição do evento de polinização que esses fatos proporcionariam, seriam compensados nessa espécie botânica pela reprodução clonal.

5.2.2. *M. nigrum*

M. nigrum é a única das plantas estudadas que consta na lista da flora brasileira ameaçada de extinção (Ministério do Meio Ambiente, 2008). Trabalhos sobre a interação abelha-flor nessa espécie botânica não foram encontrados na literatura.

As morfoespécies que visitaram essa espécie botânica (Tabela 6) coletaram os recursos florais fornecidos pelas demais seis plantas ao longo do ano (Tabela 3). Com isso, abelhas que visitam esta espécie e que podem ser suas polinizadoras potenciais, sobrevivem no ambiente de restinga devido ao fornecimento, ao longo do ano, de recurso alimentar (pólen e néctar), resina e látex pelas demais espécies botânicas estudadas.

5.2.3. *O. cuspidata*

O. cuspidata possui anteras poricidas e apresentou pólen como único recurso floral, também verificado por Pinheiro *et al.* (1999), que, por este motivo, consideram estas flores como “flores de pólen”.

Halictidae teve a maior frequência de visitação (63,3%) (Tabela 8). Segundo Pinheiro *et al.* (1999), em trabalho realizado em restinga do Rio de Janeiro,

halictídeos são pilhadores dessa espécie botânica por lesarem o tecido floral para coletar pólen. Na restinga do PEPCV, este comportamento não foi observado.

As abelhas visitantes florais dessa espécie botânica podem ser consideradas polinizadores potenciais da mesma, por visitarem mais de uma flor e tocarem nas anteras e no estigma durante a visita, em especial *Augochlorini* sp1 que representou 58,5% das visitas.

5.2.4. *K. albopunctata*

O gênero *Kielmeyera* Mart. é endêmico da América do Sul e compreende cerca de 50 espécies, onde 45 são nativas do Brasil (Barros, 2002). Espécies do gênero *Kielmeyera* apresentam sistema reprodutivo xenogâmico e são autoincompatíveis (Barros, 2002).

K. albopunctata é andromonoica (Barros, 2002), ou seja, um mesmo indivíduo apresenta flores masculinas e hermafroditas (Figura 12). A andromonoecia está associada à polinização cruzada, em que grande quantidade de pólen é requerida (Dulberger, 1981; Dulberger *et al.*, 1982; Ramirez *et al.*, 1984).

O látex coletado por *Trigona* sp1 no botão floral não é classificado como recurso floral, pois pode ser produzido por outras partes das plantas, não apenas nas flores (Faegri & Van der Pijl, 1976). Látex apresenta funções antimicrobianas e é utilizado na proteção do ninho das abelhas (Pereira & Tannús-Neto, 2009).

Esta espécie botânica apresentou o maior número de visitas de abelhas visitantes florais (n = 213). Tal resultado pode ser consequência do maior número de visitas por abelhas eussociais (Tabela 10) e também pela andromonoecia. Essa característica floral tem sido interpretada como um dos fatores responsáveis pela maior frequência de visitação dos polinizadores às flores, por ocasionar maior produção de pólen (Wyatt, 1980). Além disso, as flores apresentam odor adocicado forte, característica que também contribui para a atração de abelhas (Faegri & Van der Pijl, 1976; Willmer, 2011).

Xylocopa, que representou 13,1% das visitas no presente estudo (Tabela 10), é descrita como polinizadora efetiva de, no mínimo, quatro espécies de *Kielmeyera* (Barros, 2002). Durante as visitas às flores, *Xylocopa* sp1 e *Xylocopa* sp2, assim como as demais abelhas visitantes, encostavam o corpo e o pólen aderido ao mesmo obrigatoriamente no estigma das flores hermafroditas. A elevada frequência de visitas e tal comportamento durante a coleta de pólen fazem das abelhas visitantes as polinizadoras potenciais da espécie botânica.

A. mellifera foi a segunda espécie mais frequente (Tabela 10) e essa dominância (Roubik & Wolda, 2001; Paini *et al.*, 2005) pode diminuir a oferta de alimento (devido ao tamanho de sua colônia) para os polinizadores locais, o que prejudica a estabilidade das populações nativas (Roubik & Wolda, 2001; Paini *et al.*, 2005).

Ao amanhecer, *A. mellifera* era predominante nas flores. Essa espécie apresenta capacidade de forragear em temperaturas mais baixas do que a maioria das abelhas nativas, o que garante acesso às flores mais cedo do que as abelhas de pequeno e médio porte (Heinrich, 1980; Pacheco & Kerr, 1989). Isso promove vantagem na competição com as abelhas nativas, pois quando essas últimas chegam às flores, parte considerável do alimento já foi consumido pela espécie exótica. Portanto, devido à elevada frequência e por chegar primeiro às flores, a espécie exótica diminui a oferta de recurso floral para as nativas.

5.2.5. *E. cuspidifolium*

Erythroxylum P. Browne compreende 120 espécies no Brasil, das quais 73 são endêmicas (Loiola, 2013) e *E. cuspidifolium* é característica da região litorânea (Mendonça *et al.*, 1998). Apesar da diversidade de Erythroxylaceae no Brasil, são raras as informações sobre a ecologia e fisiologia da reprodução sexuada e assexuada das espécies, com relatos breves feitos por Lorenzi (2002) e Zamith & Scarano (2004).

Néctar foi encontrado apenas nessa espécie botânica, entre as sete estudadas. A quantidade de néctar produzida por *E. cuspidifolium* em fevereiro e em abril de 2013 (0,62 µL e 0,78 µL, respectivamente) é pequena, entretanto, a quantidade de flores abertas na planta torna a oferta maior. Além disso, sabe-se que *M. nigrum* e *S. terebinthifolius* produzem néctar (Delprete, 2000; Faria, 2009). Esses dados indicam que parte da flora do PEPCV pode ser fonte desse recurso floral, que é fonte energética para as abelhas visitantes (Michener, 1962; Willmer, 2011).

Porém, apenas um indivíduo de uma morfoespécie (*Trigona* sp1) coletou esse recurso floral (Tabela 12) através do comportamento que a classifica como pilhadora (Inouye, 1980; Polatto & Alves Jr, 2009), uma vez que lesiona o tecido floral para coletar recurso (Inouye, 1980). Tal lesão foi ocasionada pela abelha ao morder o tecido floral com as mandíbulas para inserir a glossa, o que corrobora com Rust (1979) que observou o mesmo comportamento de *Trigona* ao coletar néctar.

Augochlora sp1 e *Xylocopa* sp1 apresentaram a maior frequência de visitas nos dois períodos de floração acompanhados (60% e 33,3% em fevereiro de 2013, e 69,2% e 30,8% em abril de 2013, respectivamente). Além disso, ao vibrar o corpo para coletar pólen, tocavam nas anteras e no estigma das respectivas flores. Tal comportamento, junto com a elevada frequência de visita, torna as duas morfoespécies polinizadoras potenciais da planta.

5.2.6. *C. rotundifolia*

A espécie botânica apresentou floração do tipo contínua, o que corrobora com Dutra *et al.* (2009) e que, segundo Newstrom *et al.* (1994), compreende plantas que florescem ao longo do ano com breves interrupções. Tal tipo de floração torna esta planta uma das espécies chave em relação à oferta de recurso alimentar para as abelhas estudadas, principalmente ao longo do período chuvoso e início do período seco (Figura 29).

Ao contrário do encontrado por Aguiar *et al.* (2003), que relatam que *C. rotundifolia* é importante fonte de pólen para espécies de *Centris*, *Centris* sp1 visitou

as flores da espécie uma única vez no presente trabalho (Tabela 14). Já *Pseudaugochlora* sp1 e *Xylocopa* sp1 apresentaram as maiores frequências de visitas nos dois períodos de floração acompanhados (41,7% cada em fevereiro e março de 2013, e 50% e 40% em abril e maio de 2013, respectivamente). A elevada frequência de *Xylocopa* sp1 pode corroborar com Dutra *et al.* (2009), que relata que espécies botânicas desse gênero são polinizadas por abelhas grandes.

Todas as morfoespécies tocavam as anteras e os estigmas da flor ao coletar pólen. Tal comportamento, junto com as elevadas frequências, permite classificar como polinizadoras potenciais as abelhas visitantes dessa espécie botânica.

5.2.7. *S. terebinthifolius*

A espécie é característica dos estágios pioneiros de restinga (Fleig & Klein, 1989) e bioindicadora de ambientes edáficos (Lenzi & Orth, 2004), que são ambientes mais influenciados pelo tipo de solo do que por condições climáticas.

Lenzi *et al.* (2003) relatam que Halictidae é a família mais frequente nas visitas à espécie botânica, ao contrário do encontrado no presente trabalho, onde Apidae foi a família mais frequente.

Tanto as flores femininas quanto as masculinas exalam um odor ácido e apimentado (Lenzi & Orth, 2004). Além disso, podem ofertar néctar como recurso floral (Faria, 2009). Essas características florais juntas, além do fornecimento de pólen pela flor masculina, contribuem para o aumento da atração de abelhas (Carvalho, 1994).

O sistema reprodutivo de *S. terebinthifolius* é xenogâmico e necessita, portanto, de agentes bióticos para o transporte dos grãos de pólen (Lenzi & Orth, 2004). Estes autores relatam também que a transferência de pólen nessa planta é mediada exclusivamente por insetos polinizadores, como abelhas, moscas e vespas.

5.3. Ritmo de visitação das abelhas e correlação entre fatores climáticos e visita às flores

A maior frequência de visita das abelhas às flores na parte da manhã (Figura 23) pode ser devido ao fato de primeiras horas do dia ser o período de maior disponibilidade de recurso (Neff & Simpson, 1993; Hilário *et al.*, 2001). Segundo Camargo & Mazucato (1984), o período entre 9 e 15 horas é o de maior atividade de forrageio e tal fato parece estar relacionado também com as faixas de temperaturas mais apropriadas (20°C – 30°C) para atividade de vôo das abelhas (Neff & Simpson, 1993; Hilário *et al.*, 2001; Silveira *et al.*, 2002).

O coeficiente de Spearman (r_s) foi significativo ($r_s = 0,78$; $p = 0,02$), mostrando que a precipitação pluviométrica durante o período de floração foi positivamente correlacionada com o número de visitas (Figura 26). Espécies botânicas tropicais florescem em resposta à precipitação (Borchert, 1983) e em florestas sazonalmente secas, a precipitação é o principal fator desencadeador dos eventos fenológicos (Rivera & Borchert, 2001; Barbosa *et al.*, 2003). Portanto, meses com baixa precipitação, ocasionam queda na taxa de floração. Sem “flores de abelhas” os indivíduos adultos sobrevivem de reservas acumuladas de outras florações (para abelhas eussociais) ou morrem (Willmer, 2011).

O período entre maio e novembro de 2013 registrou o menor volume de precipitação pluviométrica (848,6 mm) e a maior temperatura (média de 23,9°C ± 1,7) quando comparado com o mesmo período de 2012 (1.154,8 mm e média de 22,8°C ± 1,6). Entre maio e setembro de 2013, apenas *C. rotundifolia* e *Denscantia cymosa* apresentaram abelhas visitantes florais, mas somente os da primeira foram observados, pois a planta já estava sendo acompanhada desde abril e porque *D. cymosa* se encontrava em estágio avançado de floração quando foi localizada. Apesar da temperatura mensal e a temperatura por período de floração não estarem significativamente relacionadas com número de visitas, a redução da precipitação pluviométrica junto com a elevação da temperatura pode justificar a ausência de abelhas nesses períodos, uma vez que essas características climáticas não favorecem a floração das “flores de abelhas”.

Portanto, no período entre maio e setembro de 2013 houve redução da frequência de visitas de abelhas às flores na área de estudo. Após esse período, *Augochloropsis* sp1, *Frieseomelitta* sp1, *Trigona* sp1 e *Tetragonisca* sp1 voltaram a visitar as flores. Dessa forma, a floração sequencial das espécies botânicas no PEPCV garantiu a sobrevivência das abelhas durante o período de estiagem.

5.4. Diversidade e similaridade entre a fauna de abelhas das espécies botânicas

Dos trabalhos realizados sobre interações abelha-flor em dunas e restinga, apenas o presente trabalho e Viana & Kleinert (2005) utilizam índice de diversidade. Porém, as metodologias utilizadas nos dois trabalhos foram diferentes. Viana & Kleinert (2005) aplicaram a metodologia de varredura para a captura das abelhas, com dois observadores/coletores e período de observação maior (das 6 as 18 horas).

Quando o índice de diversidade de Shannon (H') do PEPCV é comparado com esses trabalhos, o valor para a área do parque ($H' = 1.72$) foi próximo aos valores encontrados para Maranhão ($H' = 1.99$), Bahia ($H' = 2.04$) e Paraíba ($H' = 2.30$) (Viana & Kleinert, 2005). O presente trabalho, portanto, apresentou valor de índice de diversidade próximo ao encontrado em ambientes similares, o que ressalta a relevância da riqueza e abundância encontradas na área de estudo.

Em uma comparação par a par, as espécies botânicas estudadas compartilharam entre si, no mínimo, uma abelha visitante floral (Figura 29), com exceção de *C. hilariana* e *C. rotundifolia*, que não compartilharam visitantes entre si (Figuras 29 e 30).

C. rotundifolia e *S. terebinthifolius*, que floriram no início do período seco (Figura 29), forneceram alimento para oito morfoespécies/espécie de abelhas presentes no período chuvoso do ano: *A. mellifera*, *Augochlora* sp1, *Augochloropsis* sp1, *Frieseomelitta* sp1, *Tetragonisca* sp1, *Trigona* sp1, *Pseudaugochlora* sp1 e *Xylocopa* sp1. Com isso, as duas espécies botânicas citadas representaram

componentes chave na rede de visitantes florais formada (Figura 29). Uma espécie chave é aquela que, ao florir, promove a ligação de fontes de alimento entre diferentes períodos climáticos, o que permite a sobrevivência do visitante floral ao longo do ano (Willmer, 2011).

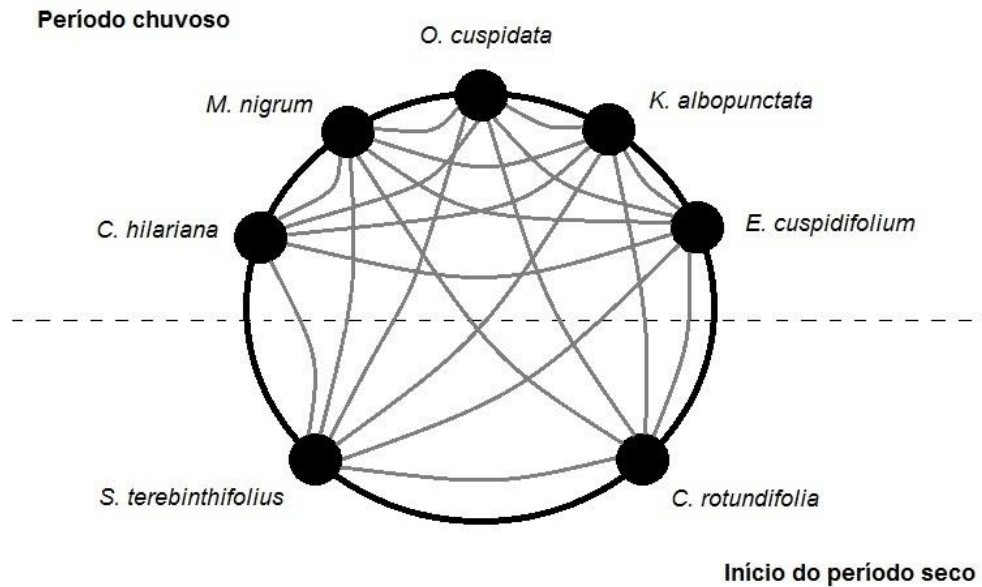


Figura 29. Partilha de abelhas visitantes florais entre as sete espécies botânicas estudadas. Parque Estadual Paulo César Vinha. 23 de novembro de 2012 e 13 de novembro de 2013. Cada linha cinza representa no mínimo uma e no máximo cinco morfoespécies/espécie de abelha.

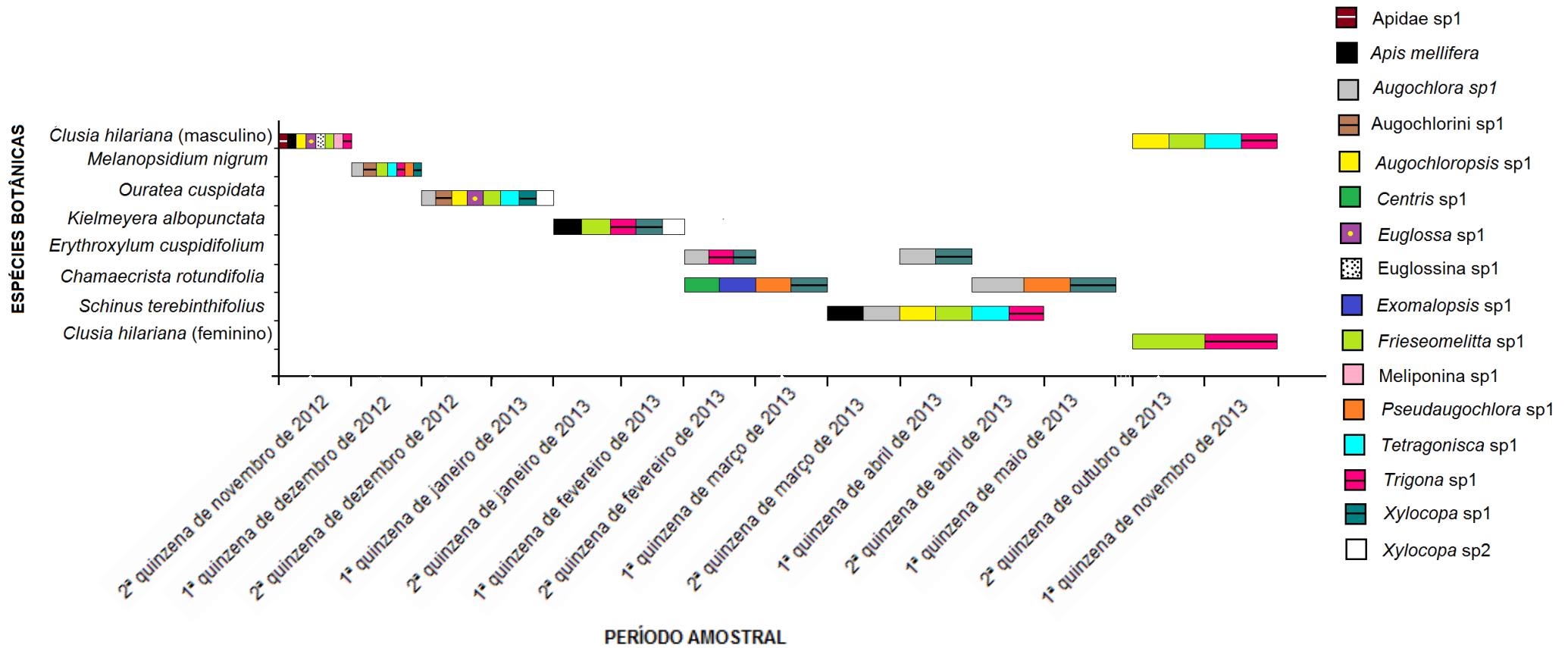


Figura 30. Riqueza de abelhas e sequência da floração das plantas visitadas. Parque Estadual Paulo César Vinha, Guarapari – ES. 23 de novembro de 2012 a 13 de novembro de 2013.

C. hilariana, *K. albopunctata*, *M. nigrum*, *O. cuspidata* e *S. terebinthifolius*, espécies botânicas com maior número de morfoespécies/espécie de abelhas ($n > 5$), foram também as que mais compartilharam visitantes, o que também as torna componentes chave na rede de visitantes florais formada. A floração das espécies chave, além de ligar diferentes períodos climáticos, gera núcleos de forrageio ao concentrar e compartilhar um relevante número de espécies visitantes florais (Willmer, 2011).

A similaridade entre as morfoespécies/espécies de abelhas encontradas entre as espécies botânicas (Figuras 27), assim como a similaridade entre o número de visitas (Figura 28), possivelmente resulta da oferta de recurso floral qualitativa e quantitativamente similares. A convergência dessas características de recursos florais em espécies de plantas simpátricas pode ser resultado de uma seleção evolutiva devido à partilha de polinizadores (Nadia *et al.*, 2007).

Com exceção de Apidae sp1, *Euglossina* sp1, *Centris* sp1, *Exomalopsis* sp1 e Meliponina sp1, todas as demais foram compartilhadas (Figura 30). Mesmo em *C. rotundifolia*, *E. cuspidifolium* e no espécime masculino de *C. hilariana*, em que dois períodos de floração foram acompanhados, houve compartilhamento de no mínimo duas morfoespécies entre florações da mesma espécie botânica (Figura 30 e Tabelas 4, 12 e 14). A partilha de polinizadores pode reduzir o sucesso reprodutivo das espécies devido à competição pela polinização e/ou pela perda de grãos de pólen quando este é levado para estigma não co-específico (Campbell, 1985; Nadia *et al.*, 2007). Como resposta, a similaridade entre caracteres florais de espécies botânicas simpátricas aumenta a densidade de recursos para os visitantes, podendo aumentar também a probabilidade de ocorrer polinização (Wiens, 1978; Nadia *et al.*, 2007).

Augochlora sp1, *Frieseomelitta* sp1, *Trigona* sp1 e *Xylocopa* sp1 foram as abelhas que visitaram mais espécies botânicas. As morfoespécies citadas foram registradas em cinco das sete plantas estudadas (Figura 30) e dessas, *Frieseomelitta* sp1 foi a morfoespécie ativa por mais meses (oito meses). A floração sequencial, associada às semelhanças morfológicas das flores e aos recursos florais fornecidos pelas sete espécies botânicas estudadas, parece promover uma “série de reposição” (*sensu* Macior, 1971) aos visitantes, em que, espécies distintas resultam

em conjunto numa “única” floração por um longo período. Assim, há disponibilidade, durante um longo período, de recurso floral aos polinizadores (Thomson, 1980; Nadia *et al.*, 2007). A oferta de alimento por longo período se mostrou essencial para as abelhas, especialmente para as cinco morfoespécies ativas por mais tempo.

6. CONCLUSÕES

- Apidae e Halictidae foram os principais visitantes florais das sete espécies botânicas estudadas no PEPCV e foram representados por 16 gêneros;
- Os gêneros *Augochlora*, *Augochloropsis*, *Centris*, *Euglossa*, *Exomalopsis*, *Frieseomelitta*, *Pseudaugochlora*, *Tetragonisca*, *Trigona* e *Xylocopa* correspondem a registros inéditos para o PEPCV;
- *Frieseomelitta* sp1, *Apis mellifera* e *Xylocopa* sp1 foram os visitantes mais frequentes das espécies botânicas estudadas;
- *Augochlora* sp1, *Frieseomelitta* sp1, *Trigona* sp1 e *Xylocopa* sp1 visitaram cinco das sete espécies botânicas analisadas e *Frieseomelitta* sp1 foi a morfoespécie que permaneceu ativa por mais tempo ao longo do ano;
- Houve predomínio das visitas no período da manhã e uma queda na frequência de visitas com a aproximação do meio dia;
- A frequência de visita das abelhas foi positivamente correlacionada com precipitação pluviométrica;
- *Clusia hilariana* e *Schinus terebinthifolius*, assim como *Melanopsidium nigrum* e *Ouratea cuspidata*, foram mais similares em relação à fauna de abelhas e compartilharam cinco morfoespécies/espécie;
- As plantas analisadas foram fontes seguras de pólen para as abelhas no PEPCV;
- *Chamaecrista rotundifolia* e *S. terebinthifolius* representaram fonte de recurso alimentar para as abelhas na transição entre o período chuvoso e seco do ano.
- Este trabalho faz o primeiro registro de *Frieseomelitta* sp1, *Tetragonisca* sp1 e *Trigona* sp1 como visitantes florais de *C. hilariana* no ES;
- As abelhas são polinizadoras potenciais das sete plantas analisadas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pólen e néctar foram os principais recursos florais produzidos pelas plantas, porém, o primeiro representou o alimento mais consumido pelas abelhas na restinga. Ao fornecer recurso alimentar (pólen e néctar), resina e látex, as espécies botânicas estudadas garantem a sobrevivência das abelhas no ambiente de restinga.

Ao fornecer recurso alimentar ao longo do ano para os polinizadores potenciais de *Melanopsidium nigrum*, as demais seis espécies estudadas de plantas contribuem para a conservação dessa espécie botânica ameaçada de extinção. Também merece destaque que, *M. nigrum* foi fonte de recurso alimentar para todas as morfoespécies de abelhas visitantes de *Erythroxylum cuspidifolium*.

Outro fato relevante é que *Clusia hilariana* e *Ouratea cuspidata* constituem fontes de recurso que possibilitam a sobrevivência de Euglossina (aqui representada por *Euglossa* sp1 e Euglossina sp1), cujas espécies são responsáveis pela polinização de Orchidaceae, que é a maior família de angiospermas da região Neotropical e possui espécies ameaçadas de extinção.

A espécie eussocial e exótica *Apis mellifera* pode afetar irreversivelmente a fauna de abelhas nativas no PEPCV. Devido à elevada abundância e por muitas vezes apresentar interações agonísticas com as abelhas nativas, a espécie exótica pode ocasionar o declínio populacional das demais espécies, o que afetará diretamente a comunidade vegetal da restinga. Entretanto, cabe ressaltar o potencial apícola de *Kielmeyera albopunctata* e *Schinus terebinthifolius*, devido à frequência de visita de *A. mellifera*, o que tornam as duas espécies botânicas interessantes para áreas cultivadas.

O presente estudo é pioneiro em mostrar a relação abelha-flor no Parque Estadual Paulo César Vinha e um dos poucos realizados no Espírito Santo. Ecossistemas costeiros são ambientes frágeis e ameaçados pela pressão antrópica. Por isso, medidas que incentivem o conhecimento e contribuam para a preservação de seus polinizadores terão como consequência a manutenção desse ecossistema.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, C. M. L.; Zanella, F. C. V.; Martins, C. F. & Carvalho, C. A. L. 2003. Plantas visitadas por *Centris* spp. (Hymenoptera: Apidae) na Caatinga para obtenção de recursos florais. **Neotropical Entomology** 32 (2): 247–259.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. **Behaviour** 40: 227–267.
- Appanah, S. 1985. General flowering in the climax forests of Southeast Asia. **Journal of Tropical Ecology** 1: 225–240.
- Araujo, A. C.; Fischer, E. A. & Sazima, M. 1994. Floração sequencial e polinização de três espécies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na região da Juréia, sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 17: 113–118.
- Armbruster, W. S. 1984. The role of resin in angiosperm pollination: ecological and chemical considerations. **American Journal of Botany** 71 (8): 1149–1160.
- Barbosa, D. C. A.; Barbosa, M. C. A. & Lima, L. C. M. 2003. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga. *In*: Leal, I. R.; Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. 1ª ed. Recife: Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, p. 657–693.
- Barros, M. A. G. 2002. Floração sincrônica e sistemas reprodutivos em quatro espécies de *Kielmeyera* Mart. (Guttiferae). **Acta Botanica Brasilica** 16 (1): 113–122.
- Bawa, K. S. & Opler, P. A. 1975. Dioecism in Tropical Forest trees. **Evolution** 29: 167–179.
- Bawa, K. S.; Perry, D. R. & Beach, J. H. 1985. Reproductive biology of Tropical lowland Rain Forest trees: sexual systems and incompatibility mechanisms. **American Journal of Botany** 72: 331–345.
- Bawa, S. K. 1990. Plant-pollinator interactions in Tropical Rain Forest. **Annual Review of Ecology and Systematic** 21: 399–422.
- Borchert, R. 1983. Phenology and control of flowering in Tropical trees. **Biotropica** 15: 81–85.

- Brody, A. K. 1997. Effects of pollinators, herbivores, and seed predators on flowering phenology. **Ecology** 78: 1624–1631.
- Buchmann, S. L. 1974. Buzz pollination of *Cassia quiedondilla* (Leguminosae) by bees of the genus *Centris* and *Melipona*. **Bulletin of the Southern California Academy of Sciences** 73: 171–173.
- Camargo, J. M. F. & Mazucato, M. 1984. Inventário da apifauna e flora apícola de Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Dusenía** 14 (2): 55–87.
- Campbell, D. R. 1985. Pollinator sharing and seed set of *Stellaria pubera*: competition for pollination. **Ecology** 66: 544–553.
- Carmo, R. M. & Franceschinelli, E. V. 2002. Polinização e biologia floral de *Clusia arrudae* Planchon & Triana (Clusiaceae) na Serra da Calçada, município de Brumadinho, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 25: 351–360.
- Carvalho, P. E. R. 1994. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. 1ª ed. Brasília: EMBRAPA – SPI.
- Cesário, L. F. 2007. **Recompensas florais e visitantes de duas species simpátricas de *Clusia*, *Clusia hilariana* Schldt e *Clusia spiritu-sanctensis* Mariz & Weinberg (Clusiaceae), em áreas de restinga**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.
- Cesário, L. F. & Gaglianone, M. C. 2013. Polinizadores de *Schinus terebinthifolius* Radd (Anacardiaceae) em formações vegetacionais de restinga no norte do estado do Rio de Janeiro. **Bioscience Journal** 29 (2): 458–467.
- Cosson, J. F.; Pons, J. M. & Masson, D. 1999. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology** 15: 515–534.
- Costa, J. A. S. & Ramalho, M. 2001. Ecologia da polinização em ambientes de duna Tropical (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil). **Sitientibus, série Ciências Biológicas** 1 (2): 135–145.

- Costa, C. N.; Costa, J. A. & Ramalho, M. 2006. Biologia reprodutiva de espécies simpátricas de Malpighiaceae em dunas costeiras da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 29 (1): 103–114.
- Covre, C. 2014. **Biologia floral de espécies melitófilas em área de restinga do Espírito Santo**. 41 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- Crawley, M. J. 1997. **Plant ecology**. 2ª ed. Oxford: Blackwell Science.
- Delprete, P. G. 2000. *Melanopsidium* Colla (Rubiaceae, Gardenieae): a monospecific brazilian genus with a complex nomenclatural history. **Brittonia** 52 (4): 325–336.
- Dulberger, R. 1981. The floral biology of *Cassia didymobotrya* and *C. auriculata* (Caesalpinoideae). **American Journal of Botany** 68 (10): 1350–1360.
- Dulberger, R.; Levi, A. & Palevitch, D. 1982. Andromonoecy in *Solanum marginatum*. **Botanical Gazette** 142: 259–266.
- Dutra, V. F.; Vieira, M. F.; Garcia, F. C. P. & Lima, H. C. 2009. Fenologia reprodutiva, síndromes de polinização e dispersão em espécies de Leguminosae dos Campos Rupestres do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguesia** 60 (2): 371–387.
- Fabris, L. C. & César, O. 1996. Estudos florísticos em uma mata litorânea no sul do estado do Espírito santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão** 5: 15–46.
- Faegri, K. & Van der Pijl, L. 1976. **The principles of pollination ecology**. 2ª ed. London: Pergamon.
- Faria, M. S. 2009. **Lianas da família Sapindaceae nas restingas do estado do Rio de Janeiro, Brasil**. 176 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Fleig, M. & Klein, R. M. 1989. **Flora ilustrada catarinense: anacardiáceas**. 1ª ed. Itajaí: Anac.
- Freeman, D. C.; Doust, J. L.; El-Keblawy, A.; Miglia, K. J. & McArthur, E. D. 1997. Sexual specialization as inbreeding avoidance in the evolution of dioecy. **Botanical Review** 63: 65–92.

Giúenes, M. & Lobão, C. S. 2006. A Polinização de *Krameria bahiana* B. B. Simpson (Krameriaceae) por abelhas (Apidae) na restinga, BA. **Neotropical Entomology** 35 (4): 440–445.

Gonçalves, R. B. & Brandão, C. R. F. 2008. Diversity of bees (Hymenoptera, Apidae) along latitudinal gradient in the Atlantic Forest. **Biota Neotropical** 8 (4): 51–61.

Gottsberger, G.; Camargo, J. M. F. & Silberbauer-Gottsberger, I. 1988. A bee-pollinated Tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie** 109: 469–500.

Gottsberger, G. & Silberbauer-Gottsberger, I. 2006. Pollination and seed dispersal. In: _____. **Life in the Cerrado: a South American Tropical seasonal vegetation**. 1ª ed. Ulm: Reta Verlag, p. 10–384.

Guerra, T. M. & Orth, A. I. 2004. Direct sampling technique of bees on *Vriesea philippocoburgii* (Bromeliaceae, Tillandsioideae) flowers. **Biotemas** 17 (2): 191–196.

Heinrich, B. 1980. Mechanisms of body-temperature regulation in honey bees *Apis mellifera*. **Journal of Experimental Biology** 85 (1): 61–72.

Hilário, S. D.; Imperatriz-Fonseca, V. L. & Kleinert, A. 2001. Responses to climatic factors by foragers of *Plebeia pugnax* Moure (*In Litt.*) (Apidae, Meliponinae). **Revista Brasileira Biologia** 61: 191–196.

Inouye, D. W. 1980. The terminology of floral larceny. **Ecology** 61: 1251–1253.

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2007. **Plano de manejo do Parque Estadual Paulo César Vinha**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp?pagina=16712>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

Lenzi, M.; Orth, A. I. & Laroca, S. 2003. Associação das abelhas silvestres (Hym., Apoidea) visitantes das flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), na Ilha de Santa Catarina (sul do Brasil). **Acta Biológica Paranaense** 32: 107–127.

Lenzi, M. & Orth, A. I. 2004. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis – SC, Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura** 26 (2): 198–201.

- Loiola, M. I. B. 2013. A new species of *Erythroxylum* (Erythroxylaceae) from the Brazilian Semiarid region. **Phytotaxa** 150 (1): 61–64.
- Lokvan, J. & Braddock, J. F. 1999. Anti-bacterial function in the sexually dimorphic pollinator rewards of *Clusia grandiflora* (Clusiaceae). **Oecologia** 119: 534–540.
- Lorenzi, H. 2002. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil**. 2ª ed. São Paulo: Nova Odessa.
- 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: 163–174.
- Macior, L. W. 1971. Coevolution of plants and animals-systematic insights from plant-insect interactions. **Taxon** 20: 17–28.
- Magurran, A. E. 2004. **Measuring biological diversity**. 2ª ed. Oxford: Blackwell Science.
- Mares, M. A. & Schimidly, D. J. 1991. **Latin American: history, biodiversity and conservation**. 1ª ed. Oklahoma: University Oklahoma Press.
- Marques, A. R. & Lemos Filho, J. P. 2008. Fenologia reprodutiva de espécies de bromélias na Serra da Piedade, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica** 22: 417–424.
- Martins, R. L. & Oliveira, P. E. 2003. RAPD evidence for apomixis and clonal populations in *Eriotheca* (Bombacaceae). **Plant Biology** 5 (3): 338–340.
- Martins, R. L. 2007. **Ecologia da polinização e variabilidade genética de *Clusia hilariana* Schlttdl. (Clusiaceae), uma espécie-chave de vegetação de restinga**. 140 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Matallana, G.; Wendt, T.; Araújo, D. S. S. & Scarano, F. R. 2005. High abundance of dioecious plants in a Tropical coastal vegetation. **American Journal of Botany** 92 (9): 1513–1519.
- Mello Jr, L. J.; Toffol, M.; Moretto, G.; Orth, A. I.; Guerra, M. P. & Lenzi, M. 2006. Impacto do comportamento forrageio de abelhas Irapuás *Trigona spinipes* Fabricius (Apidae, Meliponini) sobre a viabilidade de grãos de pólen de onze-horas *Portullaca grandiflora* Hook (Portulacaceae). In: 58ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira

para o Progresso da Ciência, Florianópolis. **Anais eletrônicos da 58ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/index_cd.htm>. Acesso em: 21 out. 2013.

Michener, C. D. 1962. An interesting method of pollen collecting by bees from flowers with tubular anthers. **Revista de Biología Tropical** 10 (2): 167–175.

Ministério do Meio Ambiente; Fundação S.O.S Mata Atlântica; Fundação Biodiversitas; Instituto de Pesquisas Ecológicas; Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo & Instituto Estadual de Florestas. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. 1ª ed. Brasília: MMA/SBF.

Ministério do Meio Ambiente. 2008. **Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008**: espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

Moreira, A. A. N. & Camelier, C. 1977. **Geografia do Brasil**: região sudeste. 1ª ed. Rio de Janeiro: IBGE.

Nadia, T. L.; Machado, I. C. & Lopes, A. V. 2007. Partilha de polinizadores e sucesso reprodutivo de *Spondias tuberosa* e *Ziziphus joazeiro*, espécies endêmicas da Caatinga. **Revista Brasileira de Biociências** 5 (1): 357–359.

Neff, J. L. & Simpson, B. B. 1993. Bees, pollination systems and plant diversity. *In*: La Salle, J. & Gauld, I. D. (Eds.) **Hymenoptera and biodiversity**. 1ª ed. Wallingford: CAB International.

Neves, E. L. & Viana, B. F. 2002. As abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) visitantes florais em um ecossistema de dunas continentais no médio Rio São Francisco, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 46: 573–580.

Newstrom, L. E.; Frankie, G. W. & Baker, H. G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in Lowland Tropical Rain Forest trees at La Selva, Costa Rica. **Biotropica** 26 (2): 141–159.

Nogueira-Neto, P. 1997. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. 1ª ed. São Paulo: Nogueirapis.

Nunes-Silva, P.; Hrnčir, M. & Imperatriz-Fonseca, V. L. 2010. A polinização por vibração. **Oecologia Australis** 14 (1): 140–151.

Oksanen, J. F.; Blanchet, G.; Kindt, R.; Legendre, P.; O'Hara, R. B.; Simpson, G. L.; Solymos, P.; Stevens, M. H. H. S. & Wagner, H. 2011. **Vegan**: community ecology package. Disponível em <<http://CRAN.R-project.org/package=vegan>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

Oliveira-Rebouças, P. & Gimenes, M. 2004. Bee (Apoidea) visitors of the flowers of *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) in a sandbanks area in Bahia. **Neotropical Entomology** 33: 315–320.

Pacheco, R. L. F. & Kerr, W. E. 1989. Temperatura em abelhas da espécie *Melipona compressipes fasciculata*. **Ciência e Cultura** 41 (5): 490–495.

Paini, D. R.; Williams, M. R. & Roberts, J. D. 2005. No short-term impact of honey bee on the reproductive success of an Australian native bee. **Apidologie** 36 (4): 613–621.

Percival, M. S. 1979. **Floral Biology**. 3ª ed. Oxford: Pergamon Press.

Pereira, O. J. 1990. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba, Guarapari (ES). *In*: II Simpósio sobre ecossistema da costa sul e sudeste brasileira. **Anais do II Simpósio sobre ecossistema da costa sul e sudeste brasileira**. Águas de Lindóia: ACIESP, f. 207–227.

Pereira, O. J.; Borgo, J. H.; Rodrigues, I. D. & Assis, A. M. 2000. Levantamento florístico em uma floresta de restinga no município de Serra (ES), Brasil. *In*: V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: conservação. **Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: conservação**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, f. 51.

Pereira, C. D. & Tannús-Neto, J. 2009. Observações sobre abelhas sem ferrão (Hymenoptera: Meliponini) coletoras de látex em Abricó do Pará *Mammea americana* (L.) Jacq. (Clusiaceae) Manaus, estado do Amazonas, Brasil. **Bioscience Journal** 25 (6): 133–135.

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 (6): 663–671.

- Pinheiro, M. C. B.; Lima, H. A.; Ormond, W. T. & Correia, M. C. R. 1999. *Ouratea cuspidata* (St. Hil.) Engler (Ochnaceae): um caso especial de antese. **Boletim do Museu Nacional, nova série Botânica** 16: 1–11.
- Polatto, L. P. & Alves Jr, V. V. 2009. Sistema reprodutivo de *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum (Bignoniaceae). **Árvore** 33 (2): 289–296.
- R Development Core Team. 2011. **R**: a language and environment for statistical computing. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 mar. 2010.
- Ramalho, M. & Silva, M. 2002. Flora oleífera e sua guilda de abelha em uma comunidade de restinga Tropical. **Sitientibus, Série Ciências Biológicas** 2: 34–43.
- Ramirez, N.; Sobrevila, C.; Enrech, N. X. & de Ruiz-Zapata, T. 1984. Floral biology and breeding system of *Bauhinia benthamiana*. Taub. (Leg.): a bat pollinated tree in Venezuelan "Llanos". **American Journal of Botany** 71 (2): 273–280.
- Receputi, A. L. M. & Souza, L. 2010. Diversidade de abelhas nativas coletadas com o auxílio de rede entomológica no Parque Estadual Cachoeira da Fumaça, Alegre, ES. *In*: XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e do X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. **Anais do XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e do X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**. Vale do Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba, f. 120.
- Resende, H. C.; Barros, F.; Campos, L. A. O. & Fernandes-Salomão, T. M. 2008. Visitação de orquídea por *Melipona capixaba* Moure e Camargo (Hymenoptera: Apidae), abelha ameaçada de extinção. **Neotropical Entomology** 37 (5): 609–611.
- Rivera, G. & Borchert, R. 2001. Induction of flowering in Tropical trees by a 30 min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. **Tree Physiology** 21: 201–212.
- Roubik, D. W. & Wolda, H. 2001. Do competing honey bees matter? Dynamics and abundance of native bees before and after honey bee invasion. **Population Ecology** 43 (1): 53–62.
- Rust, R. 1979. Pollination of *impatiens capensis*: pollinators or nectar robbers. **Journal of Kansas Entomological Society** 52: 297–308.

- Saint-Hilaire, A. 1974. **Viagem ao Espírito Santo e Rio Doce**. 1ª ed. São Paulo: Itatiaia.
- Sakagami, S. F.; Laroca, S. & Moure, J. S. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR) South Brazil. **Journal of the Faculty of Science** 16: 253–291.
- Scarano, F. R.; Cirne, P.; Nascimento, M. T.; Sampaio, M. C.; Villela, D.; Wendt, T. & Zaluar, H. L. T. 2004. Ecologia Vegetal: integrando ecossistema, comunidades, populações e organismos. *In*: Rocha, C. F. D.; Esteves, F. A. & Scarano, F. R. (Eds.). **Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação**. São Carlos: Rima, p. 77–97.
- Silveira, F. A.; Melo, G. A. R. & Almeida, E. A. B. 2002. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. 1ª ed. Belo Horizonte: Fernando A. Silveira.
- Siqueira, J. A. & Machado, I. C. S. 2001. Biologia reprodutiva de *Canistrum aurantiacum* E. Morren (Bromeliaceae) em remanescente da Floresta Atlântica, nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasileira** 15: 427–443.
- Teixeira, L. A. G. & Machado, I. C. 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica** 14: 347–357.
- Thomaz, I. D. & Monteiro, R. 1993. Distribuição de espécies na comunidade halófila-psamófila ao longo do litoral do estado do Espírito Santo. **Arquivos de Biologia e Tecnologia** 36 (2): 375–399.
- Thomson, J. D. 1980. Skewed flowering distributions and pollinator attraction. **Ecology** 61: 572–579.
- Thomson, J. D. & Barrett, S. C. H. 1981. Selection for outcrossing, sexual selection and the evolution of dioecy in plants. **American Naturalist** 118: 443–449.
- Torezan-Silingardi, H. M. 2007. A influência dos herbívoros florais, dos polinizadores e das características fenológicas sobre a frutificação das espécies da família Malpighiaceae em um Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology** 37 (5): 609–611.
- 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: 57–70.

- Viana, B. F. & Kleinert, A. M. P. 2005. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of Northeastern Brazil. **Biota Neotropica** 5: 1–13.
- Waser, N. M. & Real, L. A. 1979. Effective mutualism between sequentially flowering plant species. **Nature** 281: 670–672.
- Wiens, D. 1978. Mimicry in plants. **Evolutionary Biology** 11: 365–403.
- Willmer, P. 2011. **Pollination and floral ecology**. 2^a ed. Princeton: Princeton University Press
- Wyatt, R. 1980. The reproductive biology of *Asclepias tuberosa*: flower number arrangement and fruit-set. **New Phytologist** 85: 119–131.
- Zamith, L. R. & Scarano, F. R. 2004. Produção de mudas de espécies das restingas do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasileira** 18 (1): 161–176.
- Zar, J. H. 1984. **Biostatistical Analysis**. 1^a ed. New Jersey: Prentice-Hall.