

**Biologia Floral e Polinização de Passifloraceae Nativas e
Cultivadas na Região Norte Fluminense-RJ.**

Cristine Rodrigues Benevides

**UENF- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
Campos dos Goytacazes, RJ
Maio, 2006**

**Biologia Floral e Polinização de Passifloraceae Nativas e
Cultivadas na Região Norte Fluminense-RJ.**

Cristine Rodrigues Benevides

Tese apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais (ênfase em Ecologia de Organismos).

Orientadora: Prof. Dra. Maria Cristina Gaglianone

Campos dos Goytacazes –RJ

Maio, 2006

Biologia Floral e Polinização de Passifloraceae Nativas e Cultivadas na Região Norte Fluminense-RJ.

Cristine Rodrigues Benevides

Dissertação apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 16 de maio de 2006

Comissão examinadora:

Prof. Leandro Freitas (Doutor, Biologia Vegetal) - JBRJ

Prof. Ângela Pierre Vitória (Doutor, Biologia Vegetal) - UENF

Prof. Magali Hoffmann (Doutor, Entomologia) - UENF

Prof. Maria Cristina Gaglianone (Doutor, Entomologia) - UENF
(Orientadora)

Dedico esta dissertação aos meus pais, Gilson e Sandra Benevides, que são acima de tudo meus melhores amigos.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por sempre estar me iluminando durante minha caminhada na vida.

A Dr. Maria Cristina Gaglianone pela orientação, incentivo, conhecimentos adquiridos e por acreditar no meu trabalho.

A todos os professores do Laboratório de Ciências Ambientais e ao Comitê de acompanhamento Dr. Marcelo Trindade Nascimento e Dra. Magali Hoffmann pelas importantes sugestões para o desenvolvimento do trabalho.

Ao revisor Dr. Marcelo Trindade Nascimento pelas importantes sugestões a dissertação.

A fonte financiadora do projeto PROBIO-MMA (Convênio 0115-00/04) e fonte financiadora da bolsa FAPERJ/UENF

A toda a minha família e em especial meus pais, Sandra e Gilson Benevides, pelo grande incentivo, amizade e por sempre acreditarem em mim.

A Sr. Olívio Ozório “in memoriam” pelo grande incentivo.

A minhas irmãs de república Elisabeth dos Santos, Carolina Vitorino e Eliane Brito pela valiosa amizade, apoio e companheirismo durante todo esse tempo de vivência.

A André Villaça Ramalho que sempre me incentivou e apoiou em todos os momentos demonstrando seu companheirismo e amizade

Aos amigos: José Louvise Gomes (Juninho), Geisa Paulino, Fabrício Boniolo, Alexandra Soares e Luís César Ali (Geléia), pela amizade.

Ao pessoal do grupo da Profa. Maria Cristina Gaglianone: André Ramalho, André Sarlo, Anselma Reis, Leandro Cruz, Lorena Cesário, Elisabeth Vidal, Giselle Menezes, Gislaine e Willan Aguiar, um grupo que se tornou muito unido e muito amigo, sempre um ajudando o outro e tornando o dia a dia muito agradável no laboratório e no campo.

Aos companheiros rotineiros de campo Leandro, Willan, Elisabeth, Paulo Ferreira e Giselle que tornaram as saídas de campo mais alegres e divertidas e ao Paulo pelas fotografias.

A Elisabeth Vidal pela inestimável ajuda na coleta de dados e amizade construída ao longo das saídas de campo.

A todo o pessoal do LCA, em especial o Juninho, Giselle Bonadiman, Giselli Freesz, Gabriela Pereira, Marcela Fraga, Taíse Bomfim e Vanessa Trindade pela valiosa amizade.

Aos técnicos, Helmo, Wanderlei, Gerson e em especial ao Euzenil pela ajuda no campo.

Aos proprietários das áreas de maracujá Sr. Ricardo, Sr. Manoel, Sr. Laerte, Sr. Claudiomar, Sr. Eli, Sr. Raul, Sr. Luis Carlos pela permissão para o trabalho.

Aos Sr. Eli e Sr. Claudiomar e suas respectivas esposas pelo carinho e os sucos de abacaxi e maracujá que refrescaram a nossa sede durante o trabalho.

Em fim, a todos que passaram em minha vida e me ajudaram a crescer na vida acadêmica.

Índice

Resumo	5
Abstract	6
1. Introdução Geral	7
1.1 Interação planta-polinizador	7
1.2 Síndromes de Polinização	8
1.3 Biologia Reprodutiva e Fenologia do Florescimento	9
1.4 Expansão agrícola e Fragmentação	10
1.5 Justificativa	11
1.6 Objetivos gerais	12
1.7 Área de estudo	13
1.7.1 Fragmentos florestais	14
1.7.2 Áreas de cultivo de <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.	14
2. Biologia Floral e Polinização de Passifloraceae em Fragmentos Florestais da Região Norte Fluminense, RJ.	16
2.1 Introdução	16
2.2 Material e métodos	17
2.3 Resultados	21
2.4 Discussão	38
3. Visitantes florais de <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg. em áreas de cultivo na Região Norte Fluminense, RJ.	45
3.1 Introdução	45
3.2 Material e métodos	47
3.3 Resultados	51
3.4 Discussão	66
4. Discussão Geral	70
5. Considerações finais	72
6. Referências Bibliográficas	73

Lista das Figuras

- Figura 1.7.1:** Localização das áreas de fragmentos nativos de mata de tabuleiro e áreas de cultivo comercial de maracujá-amarelo nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. (1. Mata do Carvão; 2. área do Sr. Raul em São Francisco do Itabapoana; 3. área de cultivo do Sítio Boa Sorte; 4. área de cultivo do Sr. Manoel; 5. área de cultivo da Fazenda São Pedro; 7. Mata do Funil; 8. área de cultivo do Sr. Eli; 9. área de cultivo Sr. Claudiomar; 12 e 13. área de cultivo do Sr Raul no Zumbi . Fonte: Setor de geoprocessamento LCA/UENF. 13
- Figura 2.3.1:** Dados Climatológicos da Estação Meteorológica de Campos dos Goytacazes, RJ, obtidos no período de novembro/04 a outubro/05. 22
- Figura 2.3.2:** Passifloraceae nativas: A: *Passiflora suberosa*; B: *P. kermesina*; C: *Mitostemma glaziovii*; D: *P. alata*; E: *P. malacophylla* (fotografadas por Paulo Augusto Ferreira) estudadas na Mata do Carvão e Mata do Funil em São Francisco do Itabapoana, RJ 26
- Figura 2.3.3:** Volume de néctar e concentração de solutos de *Passiflora alata*, *Mitostemma glaziovii* e *Passiflora kermesina*, expressos em valores médios tomados em intervalos de hora para 5 flores ao longo do dia. No eixo x está indicado o início de cada intervalo de tempo. 28
- Figura 2.3.4:** Visitantes florais em *Passiflora alata* A: *Euglossa cordata* B e C: *Epicharis flava* D: *Eulaema cingulata*; visitantes florais em *Passiflora suberosa*: E: *Hypanthidium foveolatum*; F: *Plebeia* sp. Fotografias de Paulo Augusto Ferreira. 34
- Figura 2.3.5:** A: *Heliconius narcaea* visitando flor de *Passiflora kermesina*; Visitantes florais de *Mitostemma glaziovii*: B: *Eulaema cingulata*; C: Hesperidae sp1; D: *Augochloropsis* sp.; E: *Xylocopa frontalis*; F: *M. Dione juno*. Fotografias de Paulo Augusto Ferreira. 35
- Figura 2.3.6:** Freqüência média dos visitantes mais freqüentes (número de visitas/flor) em Passifloraceae nativas da Mata do Carvão e Mata do Funil e a porcentagem média de frutificação para cada Passifloraceae sob condições naturais. *P. alata*: n = 11 flores; 36 horas de observação em Março/05; *P. kermesina*: n = 4; 6 h de observação no mês de Abril/05; *P. suberosa*: n = 19; 28 h em março/05, *M. glaziovii*: n = 27; 36 h no mês de agosto/05; *P. malacophylla*: n = 14; 12 h no mês de janeiro/05. 36
- Figura 3.3.1:** Intensidade de florescimento (média \pm desvio padrão do número de flores/m linear) do maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* em áreas de cultivo nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes; e temperatura média da região (Estação meteorológica de Campos dos Goytacazes). 51
- Figura 3.3.2:** Abertura de flores do maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* em pré-antese nas áreas de cultivo do Sr. Claudiomar (n = 59 flores) e Manoel (n = 46 flores) nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. 52
- Figura 3.3.3:** Porcentagem de flores do maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (n = 105 flores) nos diferentes estágios de curvatura dos estigmas ao longo do dia nas áreas de cultivo do Sr. Claudiomar e Manoel nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. 53
- Figura 3.3.4:** Volume de néctar e concentração de solutos de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* expressos em valores médios \pm desvio padrão tomados em intervalos de hora para 5 flores ao longo do dia em áreas de cultivo nos Municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. Os valores à direita do gráfico representam o total de néctar produzido no dia e a concentração de solutos totais deste volume. No eixo x está indicado o início de cada intervalo 53

de tempo.

- Figura 3.3.5:** Frequência média de visitas/flor de *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa ordinaria* e *Apis mellifera* em flores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em áreas de cultivo em São Francisco do Itabapoana, RJ, entre novembro/2004 e fevereiro/2005, nas áreas 4 n=3 dias de observação ;5 (n=4); 11 (n=2) e área 2 (n=2) 57
- Figura 3.3.6:** Frequência média de visitas/flor das abelhas *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa ordinaria* e *Apis mellifera* em flores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em áreas de cultivo em São Francisco do Itabapoana, RJ. (Sr. Raul no Zumbi: 5 dias de observação nos meses de Abril, Maio e Junho; Sr. Eli: 3 dias de observação nos meses de Abril e Maio). 58
- Figura 3.3.7:** Biologia floral e visitantes do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) nas áreas de plantio do Sr. Claudiomar (30/12/04, 30 flores) e Sr. Raul no Zumbi (15/04/05, 17 flores), RJ. 59
- Figura 3.3.8:** Frequência de visitas/ flor das abelhas *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa ordinaria* e *Apis mellifera* em flores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e taxa de frutificação em áreas de cultivo em São Francisco do Itabapoana, RJ. 60
- Figura 3.3.9: A:** Regressão linear entre frequência de *Xylocopa* spp. (número de visitas/flor) e frutificação nas áreas de cultivo do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. 61
- Figura 3.3.9: B:** Regressão linear entre frequência de *Apis mellifera* (número de visitas/flor) e frutificação nas áreas de cultivo do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. 61
- Figura 3.4: A:** *P. edulis* f. *flavicarpa* com os visitantes florais *Xylocopa ordinária* e *Apis mellifera*; **B:** *P. edulis* f. *flavicarpa* com o visitante floral *Centris longimana*; *P. edulis* f. *flavicarpa* com o visitante floral *Xylocopa frontalis* (macho); *P. edulis* f. *flavicarpa* com o visitante floral *Xylocopa ordinária*. Fotos tiradas em áreas de cultivo do maracujá-amarelo *P. edulis* f. *flavicarpa* nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. 65

Lista das Tabelas

Tabela 1.7.1 Localização das áreas de cultivo da Passifloraceae, proximidades a fragmentos florestais e as paisagens encontradas no entorno das áreas de cultivo em São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.	15
Tabela 2.3.1: Ocorrência das espécies de Passifloraceae nos fragmentos florestais estudados (MC: Mata do Carvão em São Francisco do Itabapoana; MF: Mata do Funil, em Campos dos Goytacazes, RJ) e o período de florescimento ao longo do ano.	22
Tabela 2.3.2: Morfologia e eventos florais das espécies de Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão e Mata do Funil nos Municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.	27
Tabela 2.3.3: Porcentagem de formação de frutos para tratamentos de autopolinização espontânea, autopolinização manual, polinização cruzada em flores do mesmo indivíduo (Geitonogamia), polinização cruzada em flores de indivíduos diferentes (Xenogamia) e condições naturais nas espécies de Passifloraceae da Mata do Carvão e Mata do Funil no Município de São Francisco do Itabapoana, RJ.	27
Tabela 2.3.4: Visitantes florais e comportamento nas flores de Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão e na Mata do funil nos Municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.	32
Tabela 2.3.5: Índice de dominância (Berger-Parker) e diversidade (Shannon) para as Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão, na Mata do Funil nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.	37
Tabela 2.3.6: Índice de similaridade (Morissita-horn) entre as Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão Mata do Funil nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.	37
Tabela 2.3.7: Índice de similaridade (Morissita-horn) para os polinizadores das Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão Mata do Funil no município de São Francisco do Itabapoana, RJ.	37
Tabela 3.3.1: Frequência relativa, áreas de ocorrência e medidas corpóreas dos visitantes florais do maracujá-amarelo <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> presentes em todas as áreas de estudo nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. Localização das áreas na Figura 1.6.1 Comp: comprimento do corpo; Alt: altura do tórax.	55
Tabela 3.3.2: áreas de cultivo do maracujá-amarelo (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.), as distâncias a fragmentos florestais, os índices de Shannon para cada área e os polinizadores encontrados em cada área nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ	64
Tabela 3.3.3: Número de visitas e frutos formados por <i>Xylocopa frontalis</i> e <i>Xylocopa ordinaria</i> na área de maracujá-amarelo 13 (área do Sr. Raul no Zumbi) em Campos dos Goytacazes, RJ.	65

Resumo

Este trabalho teve como objetivos apresentar um estudo comparativo da fenologia de florescimento, biologia floral e visitantes florais de Passifloraceae em fragmentos florestais e áreas de cultivo de maracujá-amarelo no norte fluminense. As espécies nativas estudadas foram *Passiflora alata*, *Passiflora suberosa*, *Passiflora malacophylla*, *Passiflora kermesina* e *Mitostemma glaziovii*. A espécie nas áreas de cultivo foi *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (maracujá-amarelo). Todas as espécies possuem antese diurna e flores com duração de um dia. Com exceção de *M. glaziovii* que floresceu na estação seca, as demais espécies floresceram na estação chuvosa e *P. edulis* f. *flavicarpa* apresentou dois picos de florescimento, em dezembro e abril. *P. alata*, *P. suberosa*, *P. malacophylla* e *P. edulis* f. *flavicarpa* são polinizadas exclusivamente por abelhas, *P. kermesina* por beija-flores (Trochilidae) e a espécie de borboleta *Heliconius ethila narcaea* e *M. glaziovii* por lepidópteros e abelhas. Com exceção de *M. glaziovii*, as demais Passifloraceae curvaram os estiletes, *P. edulis* f. *flavicarpa* e *P. alata* apresentam flores que curvam e que não curvam os estiletes, sendo as últimas funcionalmente masculinas. *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa ordinaria* foram os mais efetivos polinizadores do maracujá-amarelo pela frequência de visitas e comportamento intrafloral. Estas espécies de abelhas, além da *Apis mellifera*, estiveram presentes em todas as áreas de cultivo. A maior riqueza de visitantes polinizadores do maracujá-amarelo foi observada em áreas do maracujá-amarelo próximas a fragmentos florestais, fato relacionado à presença de certos grupos de visitantes florais como Centridini e Euglossini (Apidae) que dependem de áreas florestais para nidificação e alimentação. A melitofilia foi a síndrome de polinização predominante para as espécies estudadas nos fragmentos florestais. Algumas espécies de visitantes florais são compartilhadas entre plantas nativas e a cultivada, principalmente as abelhas das tribos Xylocopini, Euglossini e Centridini. A necessidade de preservação das espécies polinizadoras importantes tanto para a flora nativa como para espécies de grande valor econômico da região norte fluminense deve ser iniciada com a maior proteção dos fragmentos florestais.

Abstract

This work aimed to introduce a comparative study of Passifloraceae flowering phenology, floral biology and visitors in forest remnants and culture areas of the North Fluminense region. *Passiflora alata*, *Passiflora suberosa*, *Passiflora malacophylla*, *Passiflora kermesina* and *Mitostema glaziovii* were the native studied species. *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* and *P. alata* were the cultivated species. Studied species possess daily anthesis and flowers lasting one day. With the exception of *M. glaziovii* that flowered in the driest period of the year, the other studied species flowered during the hottest and rainy period, and *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* presented two flowering periods (April and December). *Passiflora alata*, *P. suberosa* and *P. malacophylla* and the cultivated specie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* were exclusively pollinated by bees, *P. kermesina* by Trochilidae and *Heliconius ethila narcaea* and *Mitostemma glaziovii* by lepidopters and bees. All Passifloraceae species, except *Mitostema glaziovii*, had curved styles. *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* and *P. alata* had flowers with curved and non-curved style, being the last ones functionally male. The Yellow passion fruit most effective pollinators were *Xylocopa frontalis* and *Xylocopa ordinaria* because of its visit frequency and intrafloral behavior. These bee species, besides *A. mellifera*, were found in all yellow passion-fruit culture areas. Cultivated areas that were closed to forest remnant presented a higher richness of visitors. This could be related to some of the flower visitors, like Centridini and Euglossini, dependency on forest areas for nesting and food. In all the studied forest remnants the main pollinator syndrome was melittophily. Some species of floral visitors were common between native Passifloraceae and the cultivated ones, mainly by Xylocopini, Euglossini and Centridini bees. The need of pollinator species preservation, important to both native flora and plant species with great economical value in the North Fluminense region can be initiated with more protection to the forest remnants.

1. Introdução Geral

1.1 Interação Planta-Polinizador

As plantas que dependem de agentes bióticos para se reproduzirem possuem caracteres específicos relacionados à forma, coloração e odor de suas flores para atraírem visitantes. Isto assegura seu sucesso reprodutivo através da polinização, a qual consiste no transporte do pólen das anteras para o estigma de uma flor. A polinização é um dos mecanismos mais importantes na manutenção da variabilidade genética dos vegetais (Vogel, 1983; Richards, 1986).

Os visitantes utilizam recursos florais como pólen e néctar na sua própria alimentação ou da prole. O comportamento de coleta de pólen e néctar está relacionado ao padrão floral, estrutura do nectário e padrão de produção de néctar, tamanho dos grãos de pólen e tipo de deiscência das anteras (Thorp, 2000). Esta associação do visitante com a flor assegura visitas que podem levar à polinização.

A produção de pólen é uma característica de todas as angiospermas, com função primária no processo da polinização. Além disso, o pólen é uma rica fonte de alimento aos visitantes florais, constituído especialmente de proteínas, mas também amido, lipídeos e açúcares (Simpon & Neff, 1981; Vogel, 1983).

O néctar consiste em uma importante recompensa floral, é secretado por grupos de células especializadas, nos nectários. É derivado da seiva do floema, e constituído por sacarose, pequenas quantidades de polissacarídeos, aminoácidos, vitaminas, lipídeos e íons inorgânicos. Uma quantidade variada destes componentes e íons são provavelmente removidos da solução do floema, para serem secretados no néctar. Além destes componentes, glicose e frutose são dois açúcares muito comuns (Simpon & Neff, 1981). Muitos visitantes florais, como abelhas, vespas, borboletas, moscas, pássaros e morcegos, dependem da coleta de néctar em determinados tipos de flores para sua alimentação (Simpon & Neff, 1981; Roubik, 1989).

Outros recursos extraídos de flores especializadas são resinas usadas para construção dos ninhos e lipídios florais, utilizados como alimento larval e material de construção dos ninhos, além de fragrâncias florais utilizadas em comportamentos pré-cópula (Faegri & Pijl, 1979; Simpon & Neff, 1981).

A polinização garante a reprodução de determinadas espécies vegetais, sua diversidade genética e alimentação dos agentes polinizadores. O crescente domínio humano tem alterado rapidamente a composição, estrutura e função do ecossistema incluindo a diversidade dos polinizadores, que tem decaído devido principalmente a expansão agrícola e fragmentação dos habitats (Ghazoul, 2005; Kremen, 2005; Vamosi, *et al* 2006).

1.2 Síndromes de Polinização

As síndromes de polinização são um conjunto de características morfológicas das flores que estão associadas a um tipo de vetor de pólen, mostrando-se uma importante ferramenta para uma primeira análise do sistema planta-polinizador (Faegri & Pijl, 1979).

As plantas podem ter flores com características associadas à polinização por animais (zoofilia), pelo vento (anemofilia) ou pela água (hidrofilia). Dentro do grupo de plantas com síndrome de polinização por animais estão as entomófilas, polinizadas por insetos; ornitófilas, polinizadas por aves e quiropterófilas, polinizadas por morcegos (Faegri & Pijl, 1979).

Dentre os insetos, os principais grupos de polinizadores são abelhas (melitofilia) besouros (cantarofilia); borboletas (psicofilia); mariposas (falenofilia) e moscas (miofilia) (Faegri & Pijl, 1979). As abelhas constituem o mais importante grupo de visitantes de flores pertencentes a várias espécies vegetais e algumas das características das flores associadas à síndrome melitófila são flores vistosas e coloridas, freqüentemente refletindo UV (azuis e amarelas, por exemplo) que apresentam plataforma de pouso, formas e armadilhas, diurnas e perfumadas (Faegri & Pijl, 1979).

Estudos de polinização da família Passifloraceae indicam diferentes síndromes de polinização, tais como melitofilia e ornitofilia (Janzen, 1968), quiropterofilia e falenofilia (Buzato & Franco, 1992; Koschnitzke & Sazima, 1997; Kay, 2001).

1.3 Biologia Reprodutiva e Fenologia do Florescimento

As angiospermas possuem uma ampla diversidade de estratégias reprodutivas, presentes em diferentes comunidades (Faegri & Pijl, 1979; Richards, 1986). Na reprodução sexual das plantas, pode estar envolvida a autogamia, ou seja, as flores podem ser autopolinizadas em flores hermafroditas ocorrendo a fertilização devido à autocompatibilidade. Para espécies alogamas, a polinização pode ser derivada do fluxo de pólen entre flores do mesmo indivíduo (Geitonogamia) e entre flores de indivíduos diferentes da mesma espécie (Xenogamia). A xenogamia obrigatória, observada em espécies hermafroditas auto-incompatíveis e em espécies dióicas implica na total dependência de vetores de pólen (Faegri & Pijl, 1979).

A reprodução na Família Passifloraceae pode envolver tanto sistemas autocompatíveis como auto-incompatíveis. Também há casos em que ocorrem simultaneamente ambos os mecanismos dentro de uma mesma espécie. A auto-incompatibilidade é compreendida como um mecanismo de aumento da variabilidade genética (Koschnitzke & Sazima, 1997; Varassini & Silva, 1999).

De maneira geral, padrões temporais no florescimento de plantas tropicais estão associados a fatores físicos como fotoperíodo, temperatura e precipitação e a fatores bióticos, como a disponibilidade de agentes polinizadores (Bawa, 1983). O florescimento de espécies aparentadas ou simpátricas em períodos diferentes ao longo do dia e/ou ao longo do ano foi descrito por vários autores como resultado da competição inter específica por polinizadores, entre espécies que são visitadas pelo mesmo vetor de pólen em comunidades (Bawa, 1983). A assincronia de florescimento foi observada em algumas espécies de Malpighiaceae simpátricas (Barros, 1992) e espécies de Bromeliaceae (Araujo *et al*, 1994), esta seqüência de floração funciona como uma estratégia floral, associada à atração dos mesmos vetores de pólen, diferente do observado para quatro espécies de Passifloraceae em mata semidecídua, estas possuem horários de antese semelhante, ocorre sobreposição de florescimento ao longo do ano e três delas compartilham polinizadores (Koschnitzke & Sazima, 1997).

Estudos anteriores indicam que espécies de Passifloraceae florescem predominantemente no período mais quente do ano (Koschnitzke & Sazima, 1977; Sazima & Sazima, 1989; Buzato & Franco, 1992). Algumas possuem antese diurna, e podem abrir suas flores sincronicamente ou não ao longo do dia, sendo

polinizadas por animais que possuem atividade de forrageamento diurno como, por exemplo, abelhas e beija-flores (Koschnitzke & Sazima, 1977; Sazima & Sazima, 1989). Outras podem ter antese ao longo da noite podendo ser polinizadas por animais de atividade noturna como morcegos (Sazima & Sazima, 1978; Buzato & Franco; 1992).

1.4 Expansão agrícola e Fragmentação

Nas florestas tropicais, há uma grande diversidade de agentes polinizadores, sendo que cerca de 99% das Angiospermas são polinizadas por animais (Bawa, 1990). Dentre estes, os insetos são os que mais se destacam como polinizadores, sendo as abelhas um importante grupo responsável pela polinização de grande número de espécies de plantas (Bawa, 1990).

Com o crescente processo de fragmentação, a drástica mudança ocorrida na paisagem devido à substituição do ambiente natural pela paisagem urbana ou rural tem causado problemas ecológicos devido às alterações ocorridas entre os organismos vivos e a paisagem (Magro, 1997). A expansão agrícola, um dos principais fatores para a fragmentação florestal tem sido a maior causa de extinção de população isoladas, pequenas e fragmentadas (Benton, *et al.*, 2003) e a polinização é um dos fatores que são afetados pelo desequilíbrio do ecossistema (Ricketts, 2004).

A produção de frutos e sementes em muitas culturas de interesse econômico depende da polinização realizada pelos insetos em geral. Em determinadas culturas, flores que não foram adequadamente polinizadas podem abortar ou resultar em frutos de tamanho reduzido e baixa qualidade (Free, 1993).

Atualmente estudos têm demonstrado que fragmentos florestais podem proporcionar a áreas de cultivo maior diversidade de agentes polinizadores e eficiência na polinização em espécies de grande valor econômico, podendo assim esses resultados ajudar a aliar a conservação de fragmentos florestais e a agricultura (Ricketts, 2004; Charoff & Aizen, 2006).

1.5 Justificativa

Um dos tipos de vegetação no domínio da mata atlântica no norte fluminense é a Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas (Veloso *et al.*, 1991) conhecida como Mata sobre Tabuleiros, que designa uma formação florestal dentro do domínio Atlântico, que ocorre ao longo da costa leste do Brasil, principalmente entre os estados da Bahia e Rio de Janeiro.

As matas sobre tabuleiros sofreram intensa fragmentação desde a época da colonização e nas últimas décadas com a agricultura e industrialização (Rizzini, 1979). A influência dessas perturbações antrópicas nas interações planta-polinizador é ainda pouco conhecida para a região. Estudos básicos sobre a fauna de polinizadores ainda são escassos.

Atualmente os fragmentos de mata sobre tabuleiros possuem diferentes níveis de interferência humana. Em sua maioria cercada por áreas de cultivo ou pastos, ainda sofrem efeitos de queimadas e corte seletivo de madeira. Embora restritos estes fragmentos florestais constituem habitat de dezenas de espécies de abelhas nativas (Gaglianone *et al.*, 2006) e de outros importantes vetores de pólen imprescindíveis para a reprodução de plantas nativas e de interesse agrícola, inclusive da família Passifloraceae.

A região possui condições favoráveis ao desenvolvimento da fruticultura (Ferreira *et al.*, 2003) formando grande extensão agrícola de várias culturas localizadas a diferentes proximidades de fragmentos florestais, e dentre elas, o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) que representa importante potencial econômico na região (Gaglianone *et al.*, 2006).

O conhecimento das síndromes florais, biologia floral e visitantes de espécies simpátricas de Passifloraceae pode trazer dados relevantes para o entendimento das interações entre plantas e polinizadores. Além disso, a família Passifloraceae possui várias espécies utilizadas economicamente, principalmente o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), que tem considerável expressão na região norte fluminense. Assim, além das espécies nativas nos fragmentos florestais, a espécie cultivada pode representar outra fonte de atração para visitantes florais atuando também como parte dessas interações.

1.6 Objetivos Gerais

Esta dissertação teve como objetivos:

- (1) Estudar e analisar comparativamente as espécies de Passifloraceae presentes em dois fragmentos florestais em mata de tabuleiro quanto às síndromes de polinização, biologia floral, visitantes florais e potenciais polinizadores.

- (2) Apresentar um estudo comparativo da fenologia de florescimento, biologia floral e visitantes em áreas de cultivo de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (maracujá-amarelo) com diferentes proximidades de fragmentos florestais (Mata do Carvão, na Estação Ecológica de Guaxindiba, Mata do Funil e outros pequenos fragmentos).

- (3) Comparar as espécies de Passifloraceae cultivadas e nativas quanto aos visitantes florais e potenciais polinizadores verificando se há sobreposição na composição de espécies polinizadoras na mata e nas áreas de cultivo.

1.7 Área de estudo

Este estudo foi realizado em áreas de fragmentos nativos de mata de tabuleiro e áreas de cultivo comercial de maracujá-amarelo, indicados no mapa da figura 1.6.1.

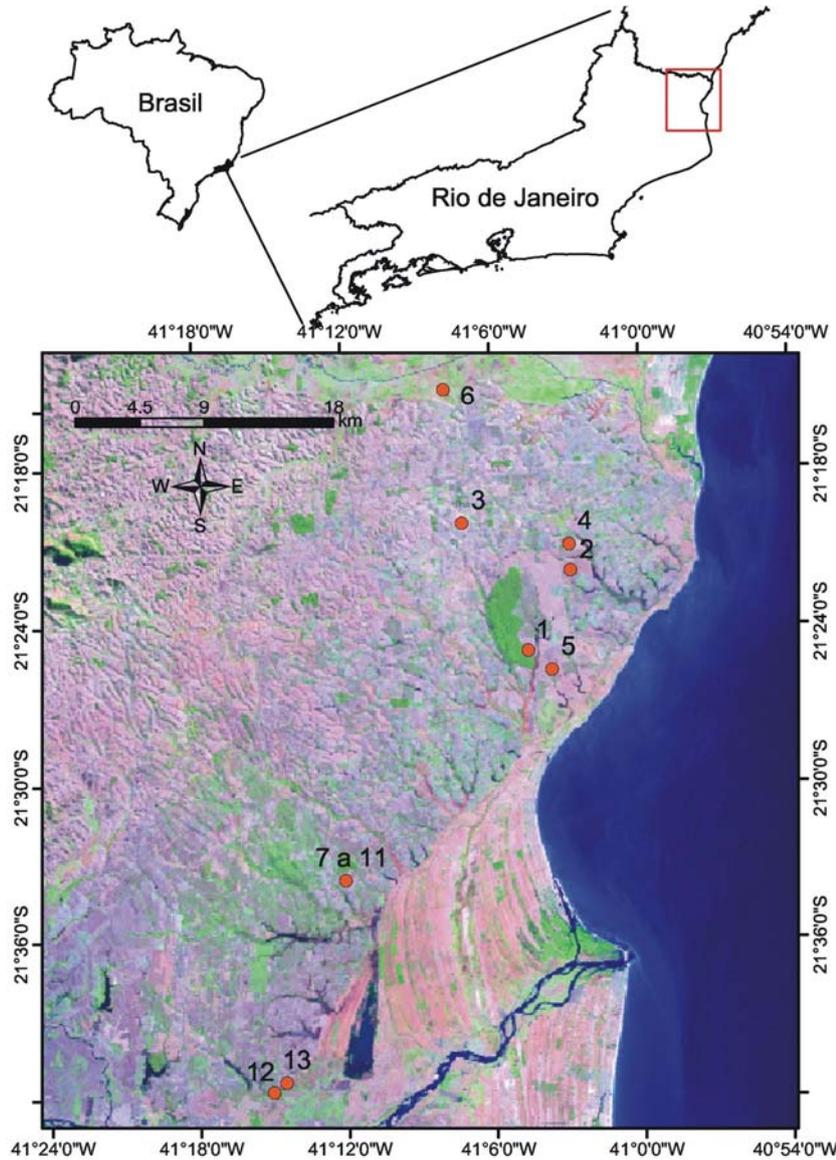


Figura 1.7.1: Localização das áreas de fragmentos nativos de mata de tabuleiro e áreas de cultivo comercial de maracujá-amarelo nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. (1. Mata do Carvão; 2. área do Sr. Raul em São Francisco do Itabapoana; 3. área de cultivo do Sítio Boa Sorte; 4. área de cultivo do Sr. Manoel; 5. área de cultivo da Fazenda São Pedro; 7. Mata do Funil; 8. área de cultivo do Sr. Eli; 9. área de cultivo Sr. Claudiomar; 12 e 13. área de cultivo do Sr Raul no Zumbi . Fonte: Setor de geoprocessamento LCA/UENF.

1.7.1 Fragmentos Florestais

Espécies de Passifloraceae nativas foram estudadas na Mata do Funil (21° 33' S e 41° 02' W) com 135 ha (área 7 no mapa, Figura 1.7.1) e na Mata do Carvão (21° 24' S e 41° 04' W) com 1035 ha (área 1 no mapa, Figura 1.7.1) localizada na Estação Ecológica de Guaxindiba. A precipitação média anual na região é de 1023 mm (fonte: Estação Evapotranspirométrica UENF-PESAGRO, Campos dos Goytacazes). As áreas estão localizadas nos municípios de São Francisco de Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. Os fragmentos são denominados como Floresta Estacional Semidecidual das Terras Baixas. Esta formação difere das outras formações de Mata Atlântica *lato senso* por ocuparem uma extensa área de planície ou tabuleiro costeiro, de origem terciária, apresentando suas espécies distribuídas ao longo de um gradiente climático, no sentido litoral-interior (Rizzini, 1979). Estudos florísticos e fitossociológicos nestes fragmentos florestais referem-se a espécies arbustivo-arbóreas (Silva & Nascimento, 2001), e dados para espécies herbáceas ou lianas como as da família Passifloraceae não estão disponíveis.

1.7.2 Áreas de cultivo de Passifloraceae

Foram selecionadas áreas de cultivo de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* com acesso permitido pelos proprietários, em estágio de florescimento e localizadas com diferentes proximidades de fragmentos florestais no município de São Francisco do Itabapoana (RJ) e em uma área próxima ao assentamento Zumbi II que envolve os municípios de São Francisco do Itabapoana e de Campos dos Goytacazes (RJ) (Tabela 1.6.1). A maioria das áreas da região fazem parte do projeto Frutificar, onde normas foram seguidas para o cultivo do maracujá-amarelo como o tratamento da área envolvendo o preparo da terra, a seleção das sementes, adubação e utilização de inseticidas e o tipo de cultivo utilizando espaldeiras dispostas verticalmente, com mourões alinhados e unidos por um fio de arame.

As áreas de cultivo selecionadas variaram de 0,4 a 5 ha, sendo que a área delimitada para o estudo variou de 910 m² a 14430 m² (tabela 1.6.1)

Tabela 1.7.1: Localização das áreas de cultivo das Passifloraceae, proximidade a fragmentos florestais e as paisagens encontradas no entorno das áreas nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

Município	Localização- Coordenadas	Pontos de localização na figura 1	Proximidade a fragmento florestal	Área de cultivo	Paisagem ao redor da área
São Francisco do Itabapoana	Plantio do Sr. Raul em São Francisco do Itabapoana (21° 21'S e 41° 02'W)	2	3,6 km (Mata do Carvão)	<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> 910 m ²	cana-de-açúcar
	Plantio do Sr. Manoel (21° 20'S e 41° 02'W)	4	10 m (Fragmento florestal)	<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> 10.120 m ²	Fragmento florestal, cana-de- açúcar e mandioca
	Fazenda São Pedro (21° 37' S e 41° 13'W)	5	1,4 km (Mata do Carvão)	<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> 13.110 m ²	cana-de-açúcar e mandioca
	Plantio do Sr. Eli (21° 33' S e 41° 12'W)	8	1 km (Mata do Funil)	<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> 3680 m ²	cana-de-açúcar e abacaxi
	Plantio do Sr. Claudiomar (21° 33' S e 41° 12'W)	9	600 m (Mata do Funil)	<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> 3.990 m ²	cana-de-açúcar e abacaxi
Campos dos Goytacazes	Plantio do Sr. Raul no Zumbi (21° 33' S e 41° 02'W)	13	3,2 km (Mata do Bom Jesus)	<i>P. edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> 14.430 m ²	cana-de-açúcar, mandioca e pasto

2. Biologia Floral e Polinização de espécies de Passifloraceae em mata sobre tabuleiros na Região Norte Fluminense, RJ.

2.1 Introdução

São considerados na família Passifloraceae 20 gêneros e 600 espécies, com distribuição nos trópicos. No Brasil, ocorrem cinco gêneros e cerca de 120 espécies: *Ancistrothyrsus*, *Mitostemma*, *Dilkea*, *Tetrastylis* e *Passiflora* (Souza & Lorenzi, 2005).

São plantas escandentes herbáceas ou lenhosas, menos freqüentemente arbustos ou árvores, com gavinhas geralmente presentes, axilares, solitárias, às vezes modificadas em espinhos. Caule cilíndrico anguloso ou alado. Estípulas presentes de forma e tamanho variados. Folhas alternas, raramente opostas, simples inteiras ou lobadas, raramente compostas. Pecíolos com ou sem glândulas. Pedúnculos na axila das folhas, solitários, aos pares ou múltiplos; uniflorados. Brácteas geralmente presentes. Flores vistosas, bissexuadas, actinomorfas, geralmente com androginóforo bem desenvolvido, cálice (3-)5(-8)-mero, gamossépalo ou dialissépalo. Corola (3-)5(-8)-mera geralmente dialipétala; corona disposta na base da corola formada por um ou mais apêndices da corola ou do receptáculo; estames (4-)5(-8) geralmente livres entre si, anteras rimosas; disco nectarífero as vezes presentes ao redor do ovário ou do androginóforo; ovário súpero, (2-)3(-5)-carpelar, unilocular, plurióvulado, estiletos em geral livres entre si. Fruto baga ou cápsula (Souza & Lorenzi, 2005).

Em flores recém abertas, a disposição dos estiletos resulta na separação espacial de estigmas e anteras. Com o passar do período de abertura floral foi verificado, para várias espécies de Passifloraceae em estudos anteriores, a deflexão dos estiletos levando os estigmas a ficarem na mesma altura das anteras possibilitando a polinização (Ruggiero, 1973; Sazima & Sazima, 1978; Koschnitzke & Sazima, 1997; Varassini & Silva, 1999).

A coloração das flores, odor, forma e recompensas alimentares são alguns dos atributos que podem determinar o tipo de polinizadores que visitam as diferentes espécies de plantas (Faegri & Pijl, 1979, Waddington, 1983). Por outro lado, o

comportamento de forrageio dos visitantes florais para obter alimento, a frequência com que visitam as flores e o trânsito entre flores da mesma espécie vai influenciar no seu potencial para promover a polinização (Waddington, 1983), e conseqüentemente no sucesso reprodutivo e diversidade genética dos vegetais (Vogel, 1983; Richards, 1986).

A polinização por abelhas foi descrita para *Passiflora amethystina* Mikan, *Passiflora miersii* Mart., *Passiflora alata* Dryander (Koschnitzke & Sazima, 1997) e para o maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. (Ruggiero, 1973; Camilo, 1978; Hoffmann *et al*, 2000). Polinização por beija-flores foi descrita para *Passiflora speciosa* Gardner (Varassin *et al*, 2001). *Passiflora suberosa* L. é polinizada por vespas, *Passiflora capsularis* L. (Koschnitzke & Sazima, 1997) por mariposas e *Passiflora mucronata* Lamark, polinizada por morcegos (Sazima & Sazima, 1978).

O objetivo deste estudo foi estudar e analisar comparativamente as espécies de Passifloraceae presentes em fragmentos florestais de mata de Tabuleiro quanto a síndromes de polinização, biologia floral, visitantes florais e potenciais polinizadores a fim de esclarecer quais são os potenciais polinizadores de cada espécie e se há sobreposição desses polinizadores entre as Passifloraceae estudadas.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Área de estudo - Vide Capítulo 1, item 1.6.1.

2.2.2 Fenologia do Florescimento e Biologia Floral

As espécies de Passifloraceae foram localizadas em excursões mensais a Mata do Carvão e Mata do Funil. Plantas em florescimento foram acompanhadas semanalmente através da contagem direta do número de flores presentes em cada indivíduo localizado.

Dados morfológicos das flores relacionados à coloração, diâmetro floral e altura dos estames e estigmas a partir do anel nectarífero foram obtidos utilizando material fresco e/ou fixado em solução de FAA (5 ml de formol, 5 ml de ácido acético e 90 ml de álcool etílico a 70%). A duração da antese foi determinada pelo acompanhamento

de flores marcadas desde a pré-antese até a queda das pétalas. A receptividade estigmática foi observada utilizando-se peróxido de hidrogênio 10% (Osborn *et al*, 1988), constatando-se receptivos pela formação de bolhas na superfície dos estigmas.

Para verificar o padrão de secreção de néctar, ao longo do dia, o volume do néctar foi aferido em flores previamente ensacadas. Estas tiveram o seu conteúdo total retirado a cada hora, sendo o volume aferido com auxílio de microcapilares (Sigma) de 5 μ l graduados ou seringas de 0,3 ml graduadas (Padrão de secreção com remoção). A concentração de solutos totais foi medida com o auxílio de um refratômetro manual (B.S. modelo Eclipse) em intervalos de uma hora. Os resultados de volume e concentração de néctar foram expressos como valores médios obtidos de 5 flores a cada hora.

A identificação das síndromes de polinização foi feita com base na classificação de Faegri & Pilj (1979) e indicadas por Richards (1986) com base nos seguintes parâmetros: diâmetro da corola, disposição de anteras e estigmas, coloração, estrutura da flor, volume e concentração de solutos totais do néctar, guias de néctar, presença de odor e período de antese.

A identificação taxonômica das espécies vegetais foi feita pelos pesquisadores João Marcelo Alvarenga Braga (Jardim Botânico do Rio de Janeiro) e Teonildes Sacramento Nunes (Universidade Estadual de Feira de Santana). O Material testemunho foi depositado no Herbário do Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), no Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB) e no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

2.2.3 Sistema Reprodutivo

Para o estudo do sistema reprodutivo foram realizados tratamentos nas espécies de Passifloraceae estudadas. O número de flores para cada espécie variou devido à disponibilidade de flores nos indivíduos encontrados. Em algumas espécies alguns tratamentos não foram realizados devido ao baixo número de indivíduos em florescimento e a disponibilidade de flores

- controle (polinização livre): flores marcadas aleatoriamente em estágio inicial de antese, mantidas descobertas e acompanhadas até a formação de frutos ou queda do receptáculo em dias subsequentes.

- polinização cruzada entre indivíduos (xenogamia): botões em pré-antese foram ensacados. No momento da abertura floral, as flores foram desensacadas, e suas anteras foram retiradas manualmente com auxílio de pinça e o pólen foi depositado nos estigmas de flores de outros indivíduos, reciprocamente. Após a polinização, as flores foram novamente ensacadas e a formação dos frutos ou a queda do receptáculo foi acompanhada em dias subsequentes.

- polinização cruzada em flores do mesmo indivíduo (geitonogamia): botões em pré-antese foram ensacados. No momento da abertura floral as flores foram desensacadas, suas anteras foram retiradas manualmente com auxílio de pinça e o pólen foi depositado nos estigmas de flores do mesmo indivíduo reciprocamente. Após a deposição do pólen, as flores foram novamente ensacadas e a formação dos frutos ou a queda do receptáculo foi acompanhada em dias subsequentes.

- autopolinização manual: botões em pré-antese foram ensacados. No momento da abertura floral, as flores foram desensacadas, suas anteras foram retiradas manualmente com auxílio de pinça e o pólen foi depositado nos estigmas da mesma flor. Após a deposição do pólen, as flores foram novamente ensacadas e a formação dos frutos ou a queda do receptáculo foi acompanhada em dias subsequentes.

- autopolinização espontânea: botões em pré-antese foram ensacados e a formação dos frutos ou a queda do receptáculo foi acompanhada em dias subsequentes.

A partir do número de flores testadas e do número de frutos formados por tratamento foi calculada a porcentagem de frutificação para cada espécie resumida pela fórmula:

$$\text{Taxa de frutificação} = \frac{\text{Número de frutos} \times 100}{\text{Total de flores}}$$

2.2.4 Freqüência, comportamento e eficiência dos visitantes florais

Visitantes florais foram capturados com rede entomológica durante visitas às flores para identificação taxonômica e medidas corporais. Foram tomadas medidas de altura do tórax e comprimento total do corpo em estereomicroscópio sob aumento de 10 x ou com auxílio de um paquímetro de aço (150 x 0,02 mm). Quando não foi possível a coleta, os visitantes foram registrados por filmagens em câmera digital 8 mm e fotografias.

Dados comportamentais foram obtidos por observações diretas e também por filmagens (câmera digital Sony DCR-TRV 361) e fotografias. Foram registrados o horário da visita, local de pouso, recurso coletado, comportamento intrafloral e o tempo de permanência na flor para cada espécie visitante observada. Foram considerados polinizadores os visitantes florais com porte corporal e comportamento que possibilitasse o contato dos elementos florais reprodutivos com alguma parte do corpo, durante visitas para coletar néctar ou pólen. Visitantes que não contactavam as partes reprodutivas da flor foram considerados pilhadores.

Dados de freqüência de visitas foram registrados em observações ao longo do dia, durante período de antese, em dias de intenso florescimento. O número de horas de observação para cada espécie de Passifloraceae foi de 36 h para *Passiflora alata*, *P. suberosa* e *Mitostemma glaziovii*, 12 h para *P. malacophylla* e 6 h para *P. kermesina*.

A freqüência de visitas foi analisada através do número de visitas por flor no indivíduo focal, calculado através do número de visitas observado a cada hora dividido pelo número de flores em antese naquele período. A dominância na composição de espécies visitantes de cada espécie vegetal foi analisada através do índice de Berger-Parker (Magurran, 1988).

A comparação entre espécies de Passifloraceae estudadas com relação à composição e freqüência de visitantes foi feita utilizando-se a similaridade de Morisita-Horn (Magurran, 1988).

A identificação taxonômica dos insetos foi feita pela Dra. Maria Cristina Gaglianone, Dra. Magali Hoffmann (UENF), Dr. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo (UFPR), Mírian Nunes Morales (UFPR, Diptera), Gislaine Fortunato (UENF-Lepidoptera).

Material testemunho foi depositado no Museu de Entomologia do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia (LEF) do Centro de Ciências e Tecnologia Agropecuárias na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

2.3 Resultados

2.3.1 Florescimento de Passifloraceae nas áreas de estudo

Um total de oito espécies de Passifloraceae foram registradas na Mata do Carvão. Destas, três possuem flores com antese noturna (*Passiflora setacea* DC., *Passiflora mucronata* Lam. e *Passiflora galbana* Mast.), e as demais apresentam antese nas primeiras horas da manhã (*Passiflora alata* Curtis, *Passiflora kermesina* Link & Otto, *Passiflora suberosa* L., *Passiflora foetida* L. e *Mitostemma glaziovii* Mast.). Na Mata do Funil foram registradas apenas quatro espécies, *P. setacea*, *M. glaziovii*, *P. kermesina* e *Passiflora malacophylla* Mast. sendo que esta última, também com antese diurna, não foi encontrada na Mata do Carvão. Neste trabalho não são apresentados dados referentes às espécies noturnas devido à inviabilidade de permanência no local de estudo durante a noite, nem tampouco de *P. foetida*, pois só foi encontrado um indivíduo em fase final de floração no mês de maio. Devido ao difícil acesso dos indivíduos localizados na Mata do Funil para a realização das observações, nesta área só foi possível realizar o estudo em *P. malacophylla* (Tabela 2.3.1, Figura 2.3.1).

A estação chuvosa (outubro a março) correspondeu ao período de sobreposição no florescimento do maior número de espécies (tabela 2.3.1). Dentre as espécies de antese diurna, *P. alata*, *P. malacophylla* e *P. suberosa* floresceram no período de maiores temperaturas médias (janeiro a maio, 26,5 a 26,8°C) (Tabela 2.3.1; Figura 2.3.1). *P. alata* e *P. suberosa* floresceram em período semelhante (fevereiro, março e abril) sendo que *P. suberosa* se estendeu até maio. *P. malacophylla* floresceu exclusivamente em janeiro, apresentando o período mais restrito de florescimento dentre as espécies estudadas, com poucas flores abertas por dia. Diferentemente, *P. kermesina* que floresceu ao longo de todo o ano, com poucas flores (1 a 2) abertas por indivíduo e poucos indivíduos floridos no mesmo período. *M. glaziovii* floresceu somente na estação seca, nos meses de menor temperatura média (21 a 23°C), com

grande intensidade, chegando a 138 flores abertas em um dia num único indivíduo no pico de florescimento.

Tabela 2.3.1: Ocorrência das espécies de Passifloraceae nos fragmentos florestais estudados (MC: Mata do Carvão em São Francisco do Itabapoana; MF: Mata do Funil, em Campos dos Goytacazes, RJ) e o período de florescimento ao longo do ano (agosto de 2004 a setembro de 2005).

Passifloraceae	Ocorrência	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>M. glaziovii</i>	MC/MF								x	x			
<i>P. alata</i>	MC		x	x	x								
<i>P. foetida</i>	MC					x							
<i>P. galbana</i>	MC					x							
<i>P. kermesina</i>	MC/MF	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>P. malacophylla</i>	MF	x											
<i>P. mucronata</i>	MC		x	x	x	x							
<i>P. setacea</i>	MC/MF	x	x	x							x	x	x
<i>P. suberosa</i>	MC		x	x	x	x							

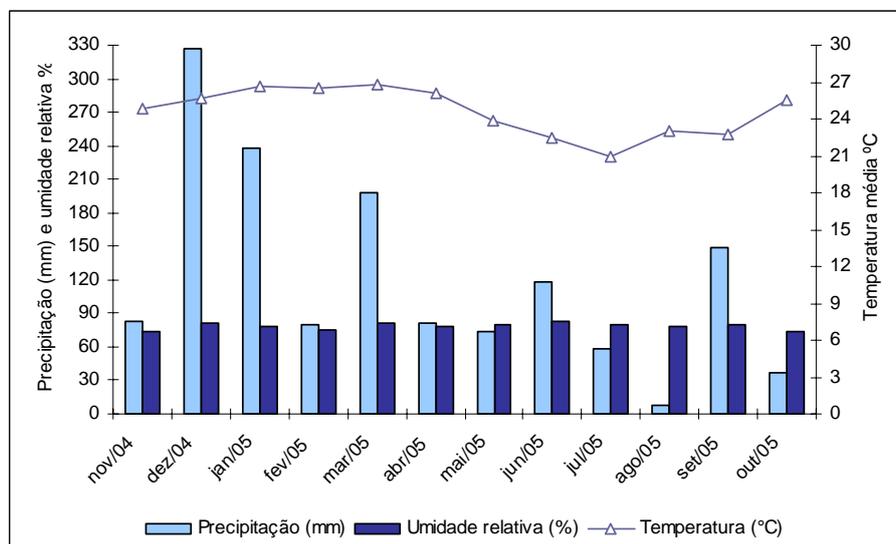


Figura 2.3.1: Dados Climatológicos da Estação Meteorológica de Campos dos Goytacazes, RJ, obtidos no período de novembro/04 a outubro/05.

2.3.2 Biologia floral das Passifloraceae estudadas:

As características morfológicas e os eventos florais para as espécies estudadas são descritos a seguir:

Mitostemma glaziovii

Flores dispostas em ramos curtos, terminais ou axilares, com duração de um dia. Possuem quatro sépalas e quatro pétalas de coloração branca, corona filamentosa de coloração laranja, opérculo ausente, androceu constituído de oito estames com filetes livres unidos junto à base da flor, gineceu formado por um ovário súpero inserido sobre um curto ginóforo ereto e estiletes em número de quatro (Figura 2.3.2 A).

O horário de abertura floral variou entre 5:00 e 6:30 h. As flores duraram cerca de 12 horas fechando entre 17:00 e 18:00 h (Tabela 2.3.2 A).

Os estigmas permaneceram receptivos durante todo período da antese não ocorrendo deflexão dos estiletes. Os experimentos reprodutivos indicaram a xenogamia para 95% das flores testadas, podendo ocorrer também autopolinização e geitonogamia em menor porcentagem (Tabela 2.3.3).

A produção de néctar ocorreu principalmente no início da abertura floral (8 μ l em média por flor) decrescendo continuamente até às 12:00 h, quando a produção média foi de 0,2 μ l por flor em um intervalo de uma hora. A concentração de solutos totais no néctar foi maior às 6:00 horas com média de 22% e diminuiu gradativamente após esse horário (Figura 2.3.3).

Passiflora alata

Conhecida como maracujá-doce, possui flores axilares, em geral isoladas com brácteas foliáceas livres, inseridas junto à base da flor de margem serrilhada. As flores possuem 5 sépalas e 5 pétalas de coloração vermelho arroxeadas, a corona apresenta filamentos longos listrados de violeta intercalado com branco. Opérculo membranoso e denticulado na margem, límen anular, androginóforo esverdeado (Figura 2.3.2 B). O horário de abertura floral variou entre 5:00 e 6:00 h e a curvatura dos estiletes começa cerca de 90 minutos depois do início da antese. As flores duraram cerca de 10 horas fechando entre 14:30 e 15:00 h (Tabela 2.3.2 B). Os

estigmas permaneceram receptivos ao longo da antese quando imersos em peróxido de hidrogênio. Os experimentos indicaram que *Passiflora alata* é uma espécie exclusivamente xenógama, necessitando de polinização cruzada para frutificação (Tabela 2.3.3).

A produção de néctar foi intensificada após as 9:30h chegando a um pico de 42µl em média por flor às 11:30 h. A produção diminuiu, chegando a 26µl por flor às 14:30 h, momento em que as flores começavam a se fechar. A concentração de solutos totais no néctar foi mais elevada as 8:30 h (45%), e ao longo do dia se manteve na faixa de 36 a 39% (Figura 2.3.3).

Passiflora kermesina

Possui flores com duração de um dia. As flores são axilares, solitárias; brácteas ovadas em número de três. Possui 5 pétalas e 5 sépalas de coloração rosa escuro, a corona apresenta filamentos filiformes, curtos em três ou quatro séries densamente acumulados de cor violeta purpúreos; opérculo membranoso, branco, anel nectarífero anular, límen tubular envolvendo estreitamente a base do androginóforo (Figura 2.3.2 C).

O período de abertura floral ocorreu entre 5:00 e 5:30 h e foi observada deflexão dos estiletos cerca de 3 horas depois, suas flores permaneceram abertas por cerca de 24 horas (Tabela 2.3.2 C). Os estigmas permaneceram receptivos ao longo da antese quando imersos em peróxido de hidrogênio.

Nos experimentos de autopolinização não houve formação de frutos (Tabela 2.3.3). A produção de néctar ocorreu ao longo do dia, com maior volume produzido no período entre 11:00 e 12:00 h quando chegou a uma média de 44µl por flor. Após esse horário a produção decresceu, até 16:00 horas, quando somente cerca de 4µl foram produzidos em média por flor. A concentração de solutos totais presentes no néctar se manteve constante ao longo do período da manhã, declinando quando a produção de néctar começou a diminuir (Figura 2.3.3).

Passiflora suberosa

Possui flores pequenas axilares, solitárias ou aos pares, brácteas pequenas, não possuem pétalas, possuem 5 sépalas de coloração amarela-esverdeadas, corona com filamentos filiformes (Figura 2.3.2 D).

O período de abertura floral foi entre 5:00 e 7:30 h e a deflexão dos estiletes ocorreu por volta das 8:30 h; o período de abertura floral se estendeu por aproximadamente 12 horas (Tabela 2.3.2 D). Os estigmas permaneceram receptivos ao longo da antese quando imersos em peróxido de hidrogênio. Experimentos reprodutivos demonstraram que a espécie é autocompatível com cerca de 50% de frutificação com o tratamento de autopolinização manual (Tabela 2.3.3 D).

Passiflora malacophylla

Possui flores axilares, solitárias, brácteas oblongas, onduladas; 5 sépalas e 5 pétalas de coloração branca; corona filamentosa de coloração branca, opérculo membranoso, anel nectarífero anular, situado entre o opérculo e a base do androginóforo (Figura 2.3.2 E).

As flores abriram entre as 5:00 e 6:00 horas e a deflexão dos estiletes foi completada às 6:00 h. Os estigmas permaneceram receptivos ao longo da antese quando imersos em peróxido de hidrogênio. As flores permaneceram abertas por cerca de 6 h. Entre 11:00 e 12:00 h, as flores começaram a murchar e a fechar (Tabela 2.3.2 E).



Figura 2.3.2: Passifloraceae nativas: A: *Mitostemma glaziovii*; B: *P. alata*; C: *P. kermesina*; D *Passiflora suberosa*; E: *P. malacophylla* (fotografadas por Paulo Augusto Ferreira) estudadas na Mata do Carvão e Mata do Funil em São Francisco do Itabapoana, RJ

Tabela 2.3.2: Morfologia e eventos florais das espécies de Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão e Mata do Funil nos Municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

Passifloraceae	Diâmetro da flor Média ± DP (número de flores)	Abertura floral (número de flores)	Estigmas curvos	Altura dos estigmas curvos (média ± DP)	Duração da antese (horas)
<i>M. glaziovii</i>	4,1 ± 0,3 (n= 5)	5 às 6:30h (n = 27)	----	----	12
<i>P. alata</i>	8,2 ± 1,4 (n= 3)	5 às 6:00h (n = 20)	7:30h	1,9 ± 0,12	10
<i>P. kermesina</i>	8,3 ± 0,4 (n= 4)	5 às 5:30h (n = 10)	8:00h	2,2 ± 0,24	24
<i>P. malacophylla</i>	5,4 ± 0,21 (n= 5)	5 às 6:00h (n = 14)	6:00h	0,84 ± 0,04	6
<i>P. suberosa</i>	1,7 ± 0,07 (n= 5)	5 às 7:30h (n = 19)	8:30h	0,4 ± 0,07	12

Tabela 2.3.3: Porcentagem de formação de frutos para tratamentos de autopolinização espontânea, autopolinização manual, polinização cruzada em flores do mesmo indivíduo (Geitonogamia), polinização cruzada em flores de indivíduos diferentes (Xenogamia) e condições naturais nas espécies de Passifloraceae da Mata do Carvão e Mata do Funil no Município de São Francisco do Itabapoana, RJ.

	<i>Passiflora alata</i>	<i>Passiflora suberosa</i>	<i>Passiflora kermesina</i>	<i>Passiflora malacophylla</i>	<i>Mitostemma glaziovii</i>
Auto espontânea	0 (n =10)	0 (n = 9)	0 (n = 4)	0 (n = 5)	--
Auto manual	0 (n = 10)	4 (n = 8)	0 (n = 4)	--	10 (n = 19)
Polinização cruzada no mesmo indivíduo	0 (n = 4)	--	--	--	11 (n =18)
Polinização cruzada em indivíduos diferentes	50 (n = 10)	--	--	--	95 (n = 23)
Controle	28 (n =18)	5 (n = 19)	50 (n = 8)	12 (n = 33)	25 (n = 17)

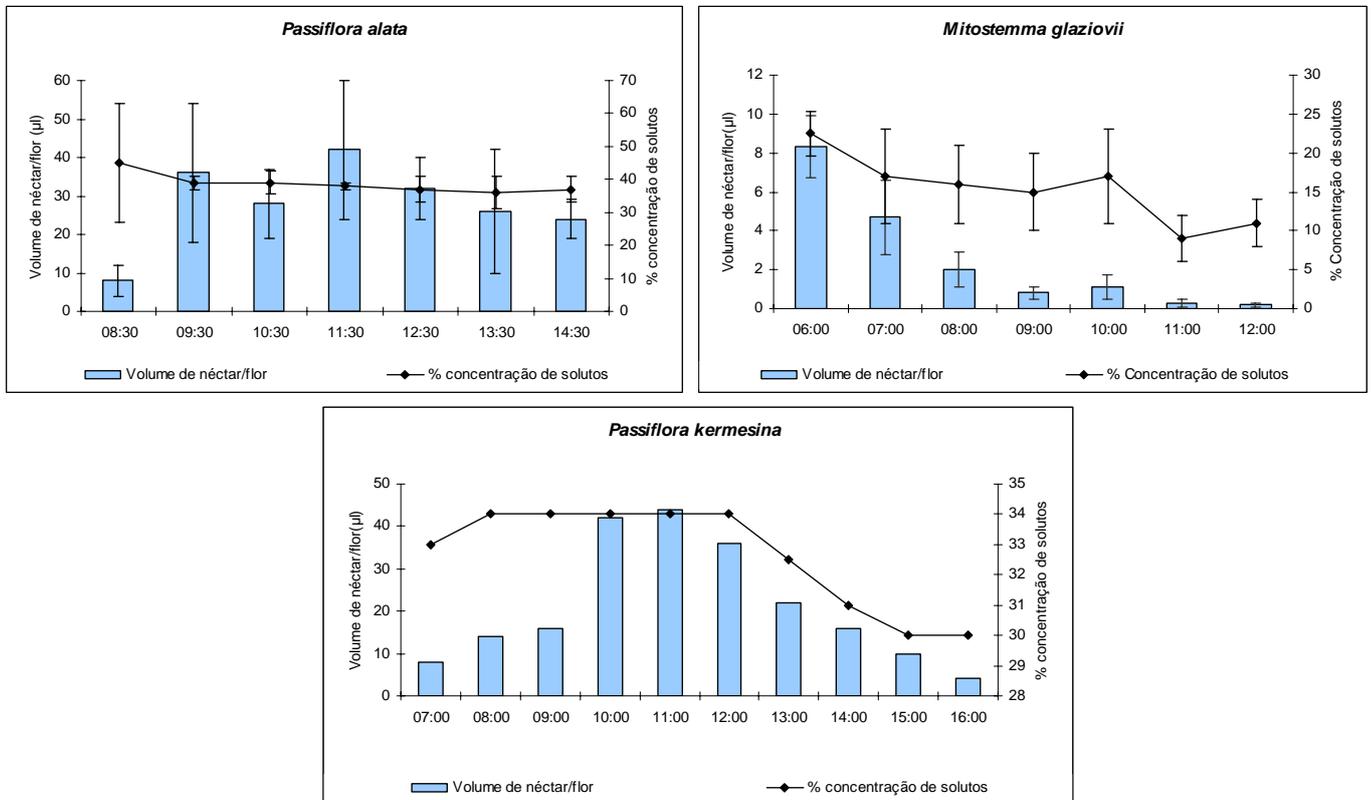


Figura 2.3.3: Volume de néctar e concentração de solutos de *Passiflora alata*, *Mitostemma glaziovii* e *Passiflora kermesina*, expressos em valores médios tomados em intervalos de hora para 5 flores ao longo do dia. No eixo das abcissas está indicado o início de cada intervalo de tempo.

2.3.3 Síndromes de Polinização

P. alata possui flores grandes, vistosas e conspícuas, grandes quantidades de néctar e alta concentração de solutos totais, características de flores melitófilas. Além disso, o acesso ao néctar se restringe a visitantes que conseguem afastar o opérculo para ter acesso à câmara nectarífera como as abelhas de grande porte.

P. suberosa possui flores pequenas, esverdeadas, opacas e menos conspícuas e apresentam local de pouso. *P. malacophylla* possui flores vistosas e brancas e assim como *P. suberosa* possuem plataforma de pouso. A síndrome pode ser caracterizada como melitófila.

M. glaziovii possui corona com a cor laranja bem viva e está em disposição ereta ao redor das anteras e estigmas direcionando o pouso dos visitantes e restringindo o espaço para acesso ao néctar, porcentagem mais baixa de concentração de solutos totais e menor volume de néctar quando comparada as demais Passifloraceae do estudo. Esses atributos podem restringir outros visitantes e ser grandes atrativos para visita de lepidópteros, que realizam as visitas em busca de néctar.

P. kermesina apresenta características que permitem distingui-la como ornitófila: suas flores são vistosas e com um longo pedúnculo destacando as flores e facilitando a visita por beija-flores, coloração rosa escuro das sépalas e pétalas, corona reduzida, androginóforo colunar bem desenvolvido elevando anteras e estigmas a grande distância do nectário, grande volume de néctar produzido e alta concentração de solutos totais.

2.3.4 Frequência, comportamento e eficiência dos visitantes florais das Passifloraceae

M. glaziovii apresentou a maior riqueza e maior diversidade taxonômica de espécies visitantes. Borboletas da família HesperIIDae foram os mais freqüentes visitantes florais (dominância de 0,67). Estas pousavam na corona e inseriam sua espirotromba entre a corona e o androginóforo em busca de néctar, permanecendo cerca de 40 segundos durante suas visitas (Tabela 2.3.4; 2.3.6; Figuras 2.3.5; 2.3.6).

Dentre os Hymenoptera, as abelhas de grande porte visitaram raramente as flores de *M. glaziovii*, mas nestes casos também contactavam as partes

reprodutivas da flor com os esternos torácicos e metassomais. Essas abelhas visitavam 4 a 5 flores em seqüência e permaneciam de 4 segundos (*Eulaema nigrita* Lepetelier, 1841, *Eulaema cingulata* (Fabricius, 1804) e *Xylocopa ordinaria* Smith, 1874) a 10 segundos em média em cada flor (*Xylocopa frontalis* Oliver, 1789). Abelhas de pequeno porte como *Augochloropsis* sp. visitavam as flores em períodos mais tardios, rodeavam sépalas e pétalas, partes reprodutivas e corona em busca de néctar (Tabela 2.3.4; Figuras 2.3.5).

As flores de *P. alata* foram visitadas por abelhas. O visitante mais freqüente de *P. alata* foi *Epicharis flava* (Friese, 1990) (dominância de 0,91). Exceto *Plebeia* sp. que pousava diretamente nas anteras em busca de pólen, *E. flava* e *Euglossa cordata* L. entravam na flor entre a corona e o androginóforo até o anel nectarífero podendo haver contato ou não (dependendo do porte do visitante) das partes reprodutivas da flor com o tórax do indivíduo, dorsalmente. Após se alimentarem, faziam o movimento contrário afastando-se daquele ponto, então podiam entrar novamente na mesma flor em outros pontos ou partir para outra flor. (Tabela 2.3.4, Figuras 2.3.4).

Plebeia sp. permaneceu na flor em média 20 segundos coletando pólen, seu pequeno tamanho, seu comportamento de coleta de pólen se restringiu às anteras da flor. Seu comportamento de coleta foi pousar diretamente em uma das anteras e coletar pólen, podiam então passar para outra antera ou sair da flor (2.3.4; Figura 2.3.4).

Heliconius ethila narcaea Gordat, 1819 (Lepidoptera) e beija-flores (Trochilidae) se destacaram como visitantes de *P. kermesina*. Os beija-flores realizavam visitas rápidas com cerca de 7 segundos em cada flor, diferente de *H. ethila naraceae* que permaneceu nas flores por 40 segundos em média (Tabela 2.3.4, Figuras 2.3.5; 2.3.6).

Os visitantes mais freqüentes de *Passiflora suberosa* foram abelhas de pequeno porte como *Plebeia* sp. (dominância de 0,86) que visitaram as flores em busca de pólen e néctar e permaneceram nas flores por cerca de 72 segundos. Estas abelhas pousaram diretamente sobre as anteras e coletaram pólen na maior parte das visitas. Quando buscavam néctar, pousavam nas sépalas e caminhavam até o disco nectarífero (Tabela 2.3.4; Figura 2.3.4).

Indivíduos de *Hypanthidium foveolatum* (Alfken, 1930) (Megachilidae/Anthidiini) visitaram as flores de *P. suberosa* com menor freqüência, contactavam as partes

reprodutivas pelos tergos torácicos enquanto estavam se alimentando no disco nectarífero. Podiam rodear o disco se alimentando em outros pontos ou partir para outras flores. Esses visitantes buscaram néctar e permaneceram se alimentando nas flores por 18 segundos em média (Tabela 2.3.4; Figura 2.3.4).

Apis mellifera Linnaeus, 1758 foram os visitantes mais freqüentes de *Passiflora malacophylla* (dominância de 0,75), coletavam pólen e néctar das flores em visitas que duraram em média 23 segundos (Tabelas 2.3.4, Figura 2.3.6). Neste período coletavam todo o pólen das anteras e partiam para outras flores que ainda tinham pólen nas anteras.

P. kermesina, *P. alata* e *M. glaziovii* apresentaram maior porcentagem média de frutificação sob condições naturais dentre as Passifloraceae estudadas com respectivamente 50, 28 e 25%. *P. suberosa* e *P. malacophylla* apresentaram baixa porcentagem de frutificação com 5 e 12% respectivamente em condições naturais (Figura 2.3.6).

P. kermesina apresentou maior índice de diversidade de espécies visitantes florais ($H' = 1,44$). O maior índice de similaridade obtido para as espécies de Passifloraceae em relação aos visitantes florais foi entre *M. glaziovii* e *P. kermesina* (0,321). Considerando somente os polinizadores, *P. malacophylla* e *M. glaziovii* apresentaram índice de 0,014. Não foi observada similaridade entre as demais espécies estudadas (Tabela 2.3.7).

Tabela 2.3.4: Visitantes florais e comportamento nas flores de espécies de Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão e na Mata do funil nos Municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

Passifloraceae (altura dos estigmas curvos)	Ordem e família	Visitantes mais freqüentes (altura do tórax)	Tempo médio de visita (s)	Freqüência relativa média de visitas %	Recurso	Contato com anteras e estigmas	Comportamento
	LEPIDOPTERA						
<i>Mitostemma glaziovii</i>	Hesperiidae	Hesperiidae sp1, sp2, sp3 e sp4	40 ± 12	71,8	Néctar	espirotromba	Polinizador
	Nymphalidae	<i>Dione junco</i> Stoll	39 ± 21	6,2	Néctar	espirotromba	Polinizador
	Pieridae	Pieridae sp.	14	0,5	Néctar	espirotromba	Polinizador
	Arctiidae	<i>Utheteisa ornatix</i> L.	---	0,5	Néctar	Não	Pilhador
	DIPTERA						
	Syrphidae	<i>Ordinia obesa</i> Fab.	10 ± 6	1,9	Néctar	Não	Pilhador
	HYMENOPTERA						
	Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp.	25 ± 11	13	Néctar	Não	Pilhador
	Apidae	<i>Eulaema cingulata</i>	4 ± 1	3	Néctar	Região ventral	Polinizador
		<i>Eulaema nigrita</i>	4 ± 1	0,7	Néctar	Região ventral	Polinizador
		<i>Xylocopa frontalis</i>	10 ± 0,7	0,5	Néctar	Região ventral	Polinizador
		<i>Xylocopa ordinaria</i>	4	0,23	Néctar	Região ventral	Polinizador
	Trochilidae	Trochilidae sp1.	3,3 ± 0,5	1,67	Néctar	Não	Pilhador
	HYMENOPTERA						
<i>Passiflora alata</i> 1,9 ± 0,12	Apidae	<i>Epicharis flava</i> (0,79)	16 ± 6	91,5	Néctar	Tórax dorsal	Polinizador
		<i>Euglossa cordata</i> (0,4)	9 ± 3	6,9	Néctar	Não	Pilhador
		<i>Plebeia</i> sp. (0,2)	20 ± 5	1,6	Pólen/Néctar	Não	Pilhador

Passifloraceae (altura dos estigmas curvos)	Ordem e família	Visitantes mais freqüentes (altura do tórax)	Tempo médio de visita (s)	Freqüência relativa média de visitas %	Recurso	Contato com anteras e estigmas	Comportamento
<i>P. kermesina</i> 2,2 ± 0,24	LEPIDOPTERA						
	Hesperiidae	Hesperiidae sp1	53 ± 8	17	Néctar	Não	Pilhador
	Heliconiidae	<i>Heliconius ethila narcaea</i>	43 ± 14	41,3	Néctar	Asas e antena	Polinizador
	Pieridae	<i>Phoebis sennae</i> L.	22	3,4	Néctar	Não	Pilhador
	HYMENOPTERA						
	Apidae	<i>Plebeia</i> sp. (0,2)	42 ± 7	6,9	Pólen	Não	Pilhador
		<i>Euglossa cordata</i> (0,4)	10	3,4		Não	Pilhador
Trochilidae	Trochilidae sp2.	7 ± 1	28	Néctar	Cabeça	Polinizador	
<i>P. suberosa</i> 0,4 ± 0,07	HYMENOPTERA						
	Apidae	<i>Plebeia</i> sp. (0,2)	72 ± 49	85,9	Pólen/Néctar	Não	Pilhador
		<i>Hypanthidium foveolatum</i> (0,36)	18 ± 7	10,3	Néctar	Tórax dorsal	Polinizador
Halictidae	<i>Augochloropsis</i> sp.(0,39)	15 ± 8	3,8	Néctar	Tórax dorsal	Polinizador	
<i>P. malacophylla</i> 0,84 ± 0,04	HYMENOPTERA						
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> (0,32)	23 ± 5	78	Pólen/Néctar	Não	Pilhador
		<i>Plebeia</i> sp. (0,2)	25 ± 7	1,4	Pólen/Néctar		Pilhador
		<i>Xylocopa frontalis</i> (1,08)	5	1	Néctar	Tórax dorsal	Polinizador
		<i>Xylocopa ordinaria</i> (0,76)	4 ± 0,7	1,4	Néctar	Tórax dorsal	Polinizador
	DIPTERA						
Syrphidae	Syrphidae sp. (0,2)	42 ± 29	2,2	Néctar	Não	Pilhador	
LEPIDOPTERA							
Hesperiidae	Hesperiidae sp1	46 ± 30	16	Néctar	Não	Pilhador	

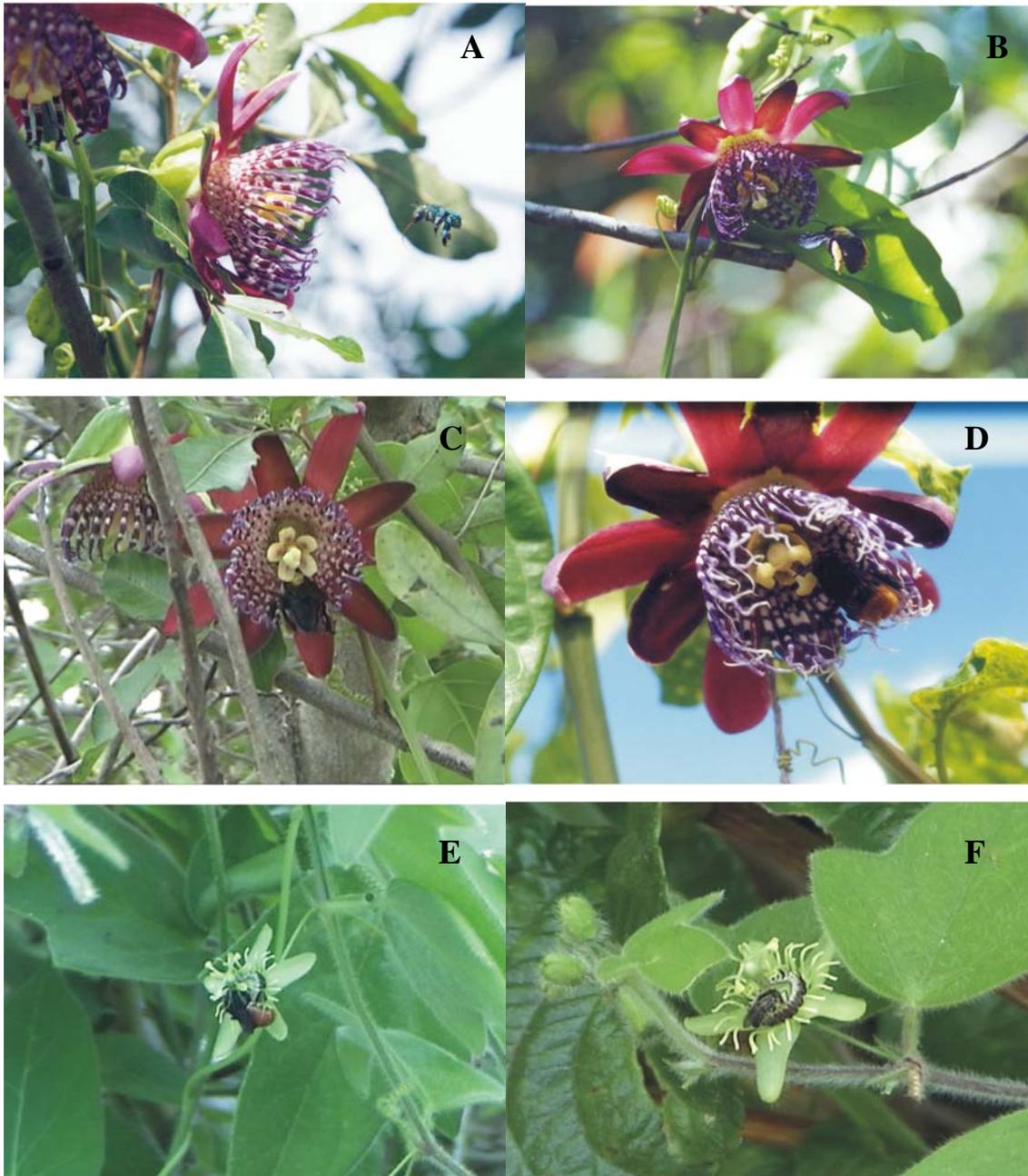


Figura 2.3.4: Visitantes florais em *Passiflora alata* A: *Euglossa cordata* B e C: *Epicharis flava* D: *Eulaema cingulata*; visitantes florais em *Passiflora suberosa*: E: *Hypanthidium foveolatum*; F: *Plebeia* sp. Fotografias de Paulo Augusto Ferreira



Figura 2.3.5: A: *Heliconius ethila narcaea* visitando flor de *Passiflora kermesina*; Visitantes florais de *Mitostemma glaziovii*: B: *Eulaema cingulata*; C: Hesperidae sp1; D: *Augochloropsis* sp.; E: *Xylocopa frontalis*; F: *M. Dione juno*. Fotografias de Paulo Augusto Ferreira.

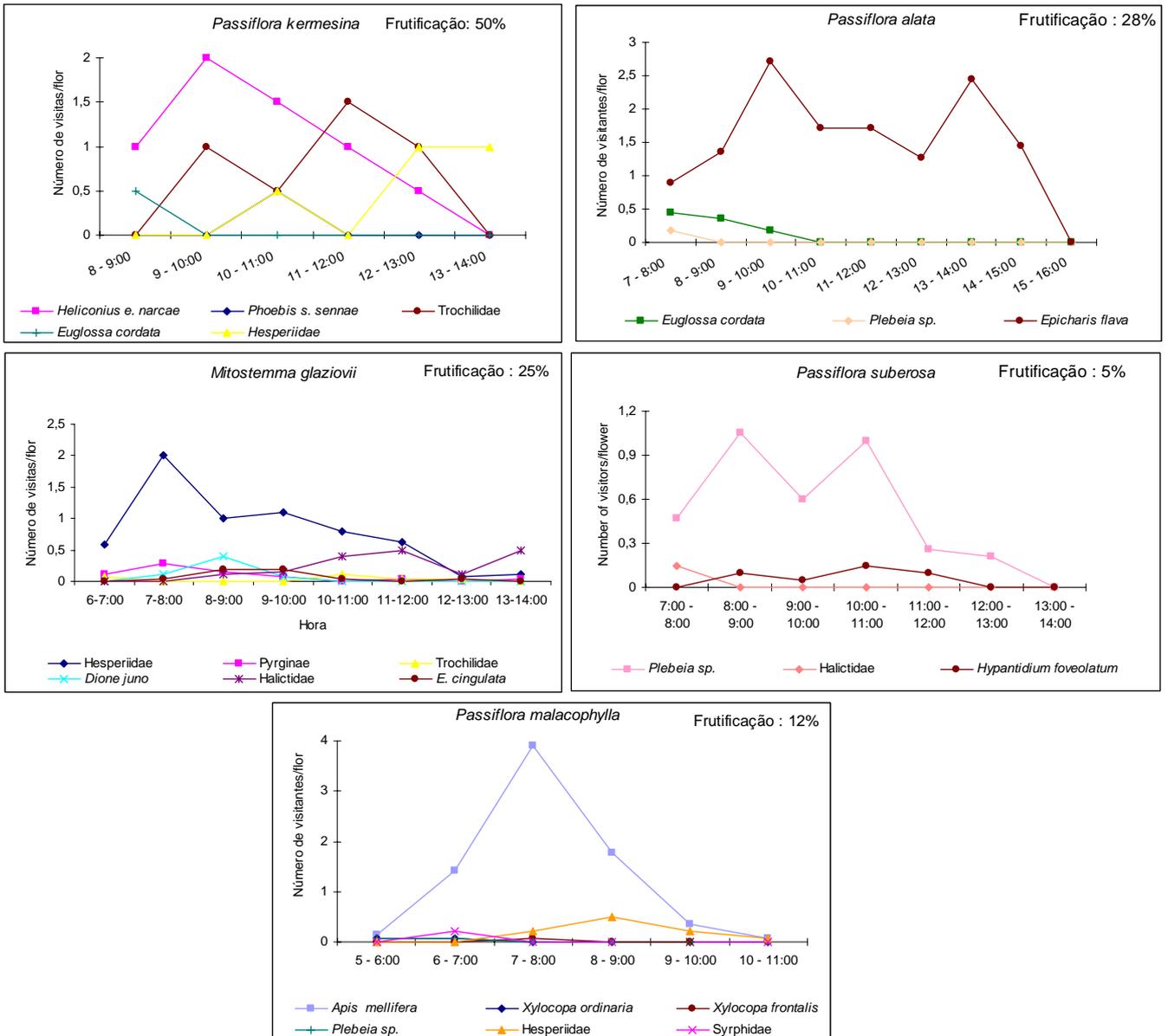


Figura 2.3.6: Freqüência média dos visitantes mais freqüentes (número de visitas/flor) em Passifloraceae nativas da Mata do Carvão e Mata do Funil e a porcentagem média de frutificação para cada Passifloraceae sob condições naturais. *P. alata*: n = 11 flores; 36 horas de observação em Março/05; *P. kermesina*: n = 4; 6 h de observação no mês de Abril/05; *P. suberosa*: n = 19; 28 h em março/05, *M. glaziovii*: n = 27; 36 h no mês de agosto/05; *P. malacophylla*: n = 14; 12 h no mês de janeiro/05.

Tabela 2.3.5: Índice de dominância (Berger-Parker) e diversidade (Shannon) para as Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão, na Mata do Funil nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

Passifloraceae	<i>M. glaziovii</i>	<i>P. alata</i>	<i>P. kermesina</i>	<i>P. malacophylla</i>	<i>P. suberosa</i>
Dominância	0,71	0,91	0,41	0,78	0,86
Diversidade	1,32	0,33	1,44	0,73	0,49

Tabela 2.3.6: Índice de similaridade (Morissita-horn) entre os visitantes das Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão Mata do Funil nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ

	<i>M. glaziovii</i>	<i>P. suberosa</i>	<i>P. malacophylla</i>	<i>P. kermesina</i>	<i>P. alata</i>
<i>M. glaziovii</i>	1				
<i>P. suberosa</i>	0,014	1			
<i>P. malacophylla</i>	0,228	0,021	1		
<i>P. kermesina</i>	0,321	0,115	0,075	1	
<i>P. alata</i>	0,013	0,034	0,004	0,009	1

Tabela 2.3.7: Índice de similaridade (Morissita-horn) para os polinizadores das Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão Mata do Funil no município de São Francisco do Itabapoana, RJ.

	<i>M. glaziovii</i>	<i>P. suberosa</i>	<i>P. malacophylla</i>	<i>P. kermesina</i>	<i>P. alata</i>
<i>M. glaziovii</i>	1				
<i>P. suberosa</i>	0	1			
<i>P. malacophylla</i>	0,014	0	1		
<i>P. kermesina</i>	0	0	0	1	
<i>P. alata</i>	0	0	0	0	1

2.4 Discussão

2.4.1 Florescimento de Passifloraceae nas áreas de estudo

As espécies de Passifloraceae estudadas em ambas as áreas são lianas localizadas nas bordas dos remanescentes florestais (Mata do Carvão e Mata do Funil) e clareiras em áreas perturbadas após o corte de madeira e queima da vegetação na Mata do Carvão (para histórico da área vide Silva & Nascimento, 2001). A ocorrência de lianas nestas áreas era esperada, já que os processos de fragmentação de florestas e eventos de perturbações antrópicas proporcionam o aumento de áreas com maior incidência luminosa como clareiras e bordas favorecendo o seu desenvolvimento (Morellato & Leitão Filho, 1996; Udulutsch *et al*, 2004; Sembeta *et al*; 2005).

Estudos florísticos que abordam lianas são menos freqüentes na literatura. Alguns dados disponíveis em florestas semidecíduas indicaram número de espécies de Passifloraceae menor do que encontrado neste estudo. A ocorrência de nove espécies de Passifloraceae nos fragmentos florestais estudados (sendo oito somente na Mata do Carvão) foi maior do que em outras florestas semidecíduas na região sudeste. Levantamentos de lianas no estado de São Paulo indicaram cinco espécies desta família na região de São José do Rio Preto (Resende & Ranga, 2005), e ausência de Passifloraceae na região de São Carlos (Hora & Soares, 2002). A diferença na riqueza de lianas encontradas nos fragmentos florestais pode ser influenciada pelos eventos antrópicos do passado na região e eventos biológicos que fazem parte do ambiente em que estão distribuídas (Hora & Soares, 2002).

A Mata do Funil é o menor fragmento e provavelmente era contínuo da Mata do Carvão, não é área de preservação e ainda sofre intensa perturbação com retirada de madeira, podendo influenciar até mesmo na riqueza e no desenvolvimento de espécies de Passifloraceae. *P. alata* não foi encontrada na Mata do Funil e em áreas mais perturbadas da Mata do Carvão, um grande número de indivíduos dessa espécie foi encontrado na parte mais preservada da Mata do Carvão.

Dentre as Passifloraceae com antese diurna estudadas, três padrões distintos de florescimento foram encontrados: 1. numerosos curtos (dois a três dias) períodos de florescimento ao longo do ano (apresentado por *P. kermesina*); 2. florescimento curto, com produção simultânea de grande número de flores durante cerca de quatro semanas (*M. glaziovii*); 3. produção de poucas flores por dia com baixa sincronia

entre os indivíduos, com extensão variável no período de florescimento na população, como o caso de *P. alata* que floresceu três meses. Este padrão pode ser o mesmo de *P. malacophylla* e o florescimento durante um mês é possivelmente devido à ocorrência de somente dois indivíduos na área.

Esses padrões observados também já foram descritos para outras famílias de plantas. O padrão tipo 1 encontrado para *P. kermesina* foi descrito como múltiplos florescimentos por Gentry (1974) e contínuo por Newstrom *et al* (1994) e geralmente está associado a poucos visitantes florais mais específicos. A produção de poucas flores por dia em indivíduos esparsamente distribuídos pode estar relacionado ao comportamento “trap-line” de polinizadores, que possuem uma rota de alimentação bastante determinada em plantas individuais (Bawa, 1983).

O padrão tipo 2 de *M. glaziovii* com florescimento em massa em semanas é designado como Big Bang e esse tipo atrai diversos visitantes florais (Gentry 1974; Augspurger, 1983). O Terceiro padrão observado é descrito como florescimento cornucópia pela classificação de Gentry (1974), sendo considerado anual na classificação de Newstrom *et al* (1994), é uma estratégia de florescimento que dependem do forrageamento contínuo de seus polinizadores, e geralmente estão associadas a polinização por abelhas (Gentry 1974).

Períodos mais longos de florescimento foram encontrados por outros autores para *P. alata* e *P. suberosa* em floresta semidecídua no estado de São Paulo (Koschnitzke & Sazima, 1997) e diferente do registrado para o de *P. alata* observado no Espírito Santo (Varassin & Silva, 1999) que floresceu em um período mais seco em ambiente de restinga.

Apesar de apresentarem alto grau de semelhança morfológica das flores, as Passifloraceae que floresceram na estação chuvosa não apresentaram similaridade em relação aos seus polinizadores refletindo na ausência de competição por estes agentes. A competição por polinizadores pode atuar como força seletiva sobre o período de floração, estabelecendo e mantendo a divergência entre os períodos de floração de espécies vegetais simpátricas (Levin, 1971; Gentry, 1974; Rathke & Lacey, 1985).

2.4.2 Biologia floral das Passifloraceae

O período de abertura das espécies de *Passiflora* estudadas na Mata do Carvão ocorre nas primeiras horas da manhã com deflexão dos estiletes, este mecanismo floral resulta na mesma posição de anteras e estigmas nas flores. O mesmo padrão foi observado para outras espécies de *Passiflora* estudadas (Ruggiero, 1973; Sazima & Sazima, 1978; Koschnitzke & Sazima, 1997, García & Hoc, 1998; Varassin & Silva, 1999; Hoffmann *et al*, 2000). A deflexão de estiletes também foi observado em flores de *Tetrastylis ovalis* (Vell.) Killip. descritas por Buzato & Franco (1992) não sendo, portanto uma característica exclusiva do gênero *Passiflora*. *M. glaziovii* não apresentou tal movimento, ou seja, os estiletes não curvam com o passar do período de antese. Entretanto a morfologia do androginóforo desta espécie é um pouco distinta quando comparada as demais Passifloraceae, pois os filetes com as anteras são eretos e estão na mesma altura dos estigmas, não sendo necessário o mecanismo de deflexão para os estigmas e as anteras ficarem na mesma altura.

O processo de curvatura dos estiletes pode não ser realizado em todas as flores da mesma espécie; assim como para *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, foi observado que em algumas flores de *P. alata* não há curvatura dos estiletes. Foram observadas em um mesmo indivíduo de *P. alata* flores com estiletes curvos e flores com estiletes não curvos, podendo estas últimas serem consideradas flores funcionalmente masculinas (Varassin & Silva, 1999). Em outras espécies descritas na literatura, como *P. foetida*, *Passiflora quadrangulares* L. e *Passiflora pinnatistipula* Cav., também foram observadas flores com estigmas curvos e não curvos (Gottsberger *et al*. 1988). Todas as flores das demais espécies (*P. suberosa*, *P. malacophylla* e *P. kermesina*) deste estudo curvaram seus estigmas.

Os dados obtidos neste estudo para *P. alata* e *P. suberosa* com relação ao período de curvatura dos estiletes e o período de antese floral foram semelhantes aos obtidos por Koschnitzke & Sazima (1997).

P. malacophylla possui um período de curvatura mais rápido do que as demais espécies estudadas, o que se deve ao curto período de antese de suas flores, que se estendeu por cerca de 6 horas. Esta relação entre curto tempo de curvatura e breve período de antese também foi observada para *P. foetida* por García & Hoc (1998). Por outro lado, o processo de curvatura em *P. kermesina* é mais lento (cerca

de 3h), e esta espécie foi a que permaneceu com suas flores abertas por mais tempo, em torno de 24 horas.

O mecanismo de deflexão dos estiletos estabelece uma barreira temporal para a polinização, mas não fisiológica já que o pólen está disponível, e os estigmas receptivos durante a antese. Inicialmente as flores podem funcionar como doadoras de pólen e posteriormente também como receptoras (Varassin & Silva, 1999) podendo esse mecanismo favorecer a polinização cruzada em espécies autocompatíveis e evitar a interferência do pólen disperso pelas anteras sobre a superfície estigmática da mesma flor, no caso de espécies auto-incompatíveis (Webb & Lloyd, 1986).

2.4.3 Freqüência, comportamento e eficiência dos visitantes e síndromes florais

O estudo de diferentes aspectos da biologia floral e fenologia de florescimento nos dão indícios de que as espécies de Passifloraceae estudadas apresentam diferentes conjuntos de características, levando a classificação de diferentes síndromes de polinização.

A associação de abelhas de grande porte com flores grandes de *Passifloraceae* foi também verificada por outros autores. Abelhas da tribo Xylocopini são consideradas os principais polinizadores de *P. edulis* f. *flavicarpa* (capítulo 3) e de outras espécies nativas, como *Passiflora alliacea* Barb. (observação pessoal). Entretanto, esta indicação não foi observada para outras espécies melitófilas, polinizadas por abelhas de outros grupos. *Epicharis flava* (Centridini) foi o principal polinizador de *P. alata*, diferentemente do observado por Varassin & Silva (1999) que encontraram baixa freqüência de visitas desta espécie e não a consideraram como polinizadoras importantes. *E. flava* é uma espécie de ampla distribuição geográfica, com necessidades específicas quanto a fontes de óleos florais, coletados em flores de Malpighiaceae (Gaglianone, 2005). Entretanto, não apresenta grande especificidade quanto a fontes de néctar, ou a locais de nidificação (Camargo *et al.*, 1975) sendo comumente encontrada coletando néctar em diversos tipos florais.

Visitantes não encontrados em *P. alata* na mata como *X. frontalis*, *X. ordinaria*, *E. nigrita* e *E. cingulata* foram encontrados em *P. alata* em uma área de cultivo

(observação pessoal). Alguns fatores relacionados podem ser os diferentes períodos de florescimento observados e a disponibilidade de recursos florais nos dois locais. Na Mata do Carvão, o período de florescimento mais intenso foi em março e abril, períodos mais quentes e com maior oferta de flores de outras espécies (Menezes, 2005). O período de observação na área de cultivo de *P. alata* foi em agosto, período mais frio e seco e com menor oferta de flores nos arredores, o que deve ter levado várias espécies que normalmente ocorrem na mata (como Euglossini e Xylocopini), às áreas de cultivo que ofereciam grande disponibilidade de recursos.

O comportamento de pilhagem é definido como a coleta de recursos sem a ação direta na polinização. Entretanto, foi verificado que este comportamento pode facilitar a polinização cruzada, através da diminuição do recurso para o polinizador eficiente, forçando-o a visitar maior número de flores (Richardson, 2004). Entretanto, a interpretação deste comportamento deve ser vista com cautela. Nos casos estudados de visitantes de Passifloraceae, a retirada de recursos sem a polinização foi observada em flores de *P. suberosa* e *P. malacophylla*, realizada por espécies de abelhas dos gêneros *Plebeia* e *Apis* respectivamente.

Em *P. malacophylla* a intensa atividade da *A. mellifera* de retirada de pólen refletiu em baixa frutificação, indicando que essa espécie de Passifloraceae possa estar com carência de polinizadores eficientes.

Em *Passiflora suberosa* as abelhas do gênero *Plebeia* que são generalistas e forrageiam oportunamente em fontes muito abundantes (Roubik, 1989), retiram o pólen e impedem que ocorra até a autopolinização, pois a retirada do pólen ocorre principalmente no período em que os estigmas ainda estão no processo de curvatura. Também prejudicam a ocorrência de polinização cruzada, pois o pólen não é depositado no corpo de polinizadores como *H. foveolatum*, tampouco transportado para outras flores.

M. glaziovii foi a Passifloraceae que atraiu maior espectro de visitantes florais. O mecanismo de florescimento no qual são produzidas muitas flores por semanas pode ser atrativo a diversos visitantes (Gentry, 1974) inclusive oportunistas, normalmente presentes quando a oferta de flores é grande (Rathke & Lacey, 1985). Os lepidópteros foram os mais presentes, estes realizam as visitas em busca de néctar, produzido principalmente nas primeiras horas da manhã, quando ocorre maior atividade destes visitantes nas flores sendo a disponibilidade deste recurso importante na atração e manutenção desses visitantes (Canela & Sazima, 2003).

Mas esta espécie não é restrita à polinização por lepidóptera já que abelhas de grande porte também são eficientes na polinização apesar da baixa frequência de visitas.

A disponibilidade do néctar em *P. kermesina* demonstra sua importância na atração e manutenção dos visitantes florais, suas flores foram muito visitadas por *H. ethila narcaea* e beija-flores principalmente no período de maior produção de néctar e maior concentração de solutos totais. Embora a morfologia de *P. kermesina* leve a síndrome de polinização ornitófila, Benson *et al.* (1976) propuseram que a polinização desta espécie fosse realizada por espécies de lepidóptera do gênero *Heliconius*. Observações neste trabalho indicam que elas podem tornar-se polinizadoras através do movimento de suas asas ou com o toque das antenas nas partes reprodutivas das flores quando buscam o néctar, conforme observado neste trabalho. Entretanto a alta frequência de visitas de beija-flores indica a grande importância destes visitantes na polinização.

As Passifloraceae estudadas apresentaram visitantes florais em comum. O papel destas é distinto entre espécies, os mesmos visitantes podem executar importante papel na polinização e em outras atuarem como ilegítimos para polinização, como observado Hesperidae em flores de *M. glaziovii*, *P. kermesina* e *P. malacophylla*.

P. kermesina e *M. glaziovii* que apresentaram maior índice de similaridade em relação aos visitantes florais devido à atividade de Hesperidae. Estes tiveram diferentes papéis, já que em *P. kermesina* retiraram o néctar sem contactar as partes reprodutivas das flores, não promovendo a polinização e em *M. glaziovii* se comportaram como polinizadores já que pousavam sobre as partes reprodutivas das flores promovendo o fluxo de pólen.

P. malacophylla e *M. glaziovii* que apresentaram similaridade em relação a agentes polinizadores, entretanto são Passifloraceae que florescem em períodos distintos ao longo do ano não ocorrendo disputa por polinizadores. O período distinto de florescimento ao longo do ano em espécies simpátricas forma uma barreira temporal impedindo competição por polinizadores e fluxo de pólen (Kay & Schemske, 2003)

Dentre as Passifloraceae estudadas na Mata do Carvão e do Funil, *P. alata*, *P. suberosa* e *P. malacophylla* apresentaram características que levam a proposição de melitofilia e foram predominantemente visitadas por abelhas, embora em *P. suberosa* e *P. malacophylla* a maior frequência de seus visitantes ocorreu por

agentes pilhadores. *M. glaziovii* e *P. kermesina* apresentaram visitantes florais propostos pelo estudo de suas síndromes de polinização e outros visitantes que tiveram papel de polinizadores e pilhadores. Embora *M. glaziovii* tenha características de psicofilia, atraiu diferentes famílias de visitantes florais. Além de serem polinizadas por borboletas, as abelhas demonstraram comportamento de coleta de néctar bastante eficiente na polinização. Assim como *P. kermesina* que possui síndrome de ornitofilia, mas também atraiu borboletas que podem auxiliar na polinização. Embora as características morfológicas estejam associadas a um tipo de polinizador, outras espécies visitantes também podem ser eficientes na polinização da planta (Fenster, *et al.* 2004).

3. Visitantes florais de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* em áreas de cultivo na Região Norte Fluminense, RJ.

3.1 Introdução

Várias espécies do gênero *Passiflora* possuem importância econômica devido à qualidade de seus frutos, ao uso de suas propriedades medicinais e uso na ornamentação. Atualmente os cultivos comerciais são baseados em *Passiflora edulis* f. *edulis* Sims. (maracujá-roxo) e *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. (maracujá-amarelo) e *Passiflora alata* Curtis (maracujá-doce) que são importantes na produção de suco, extraído a partir do fruto, e no processamento de subprodutos, como a casca, que quando desidratada pode ser utilizada na ração animal, e as sementes, que contêm proteínas e um óleo comestível (Teixeira, 1994).

A cultura do maracujá-amarelo é típica de países tropicais devido ao clima favorável para cultivo e nos últimos anos o Brasil tem sido apontado como o maior produtor mundial (Ruggiero *et al.*, 1996; Aguiar *et al.*, 2002).

As flores do maracujá-amarelo são hermafroditas, androceu constituído de cinco estames dispostos sobre um androginóforo; gineceu súpero, unilocular, formado de 3-5 carpelos, com placentação parietal, disposto sobre um longo ginóforo. Óvulos numerosos; cálice é constituído de cinco sépalas persistentes, livres ou unidas na base. Corola com cinco pétalas, trazendo na base, uma corona de filamentos, considerada uma emergência do receptáculo (Barroso, 1978).

Ao longo da antese das flores do maracujá-amarelo ocorre deflexão dos elementos reprodutivos (Koschnitzke & Sazima, 1997; Varassini & Silva, 1999). Ruggiero (1973) constatou três tipos diferentes de flores com curvaturas distintas dos estiletos, determinando a posição relativa dos estigmas em relação às anteras. As flores foram classificadas como totalmente curvas (TC), parcialmente curvas (PC) e sem curvatura (SC). Nas flores do tipo TC os estiletos curvam deixando os estigmas abaixo das anteras sendo esta uma posição que facilita a polinização cruzada pelos insetos. Nas flores do tipo PC, os estiletos curvam parcialmente formando um ângulo de 45° com as anteras, as flores do tipo SC não ocorre curvatura dos estiletos, estes permanecem unidos e formam um ângulo de 90° em relação às anteras.

As flores de *P. edulis* f. *flavicarpa* necessitam de agentes polinizadores para a formação dos frutos. Os principais polinizadores destas flores são abelhas de grande porte do gênero *Xylocopa*, conhecidas popularmente como mamangavas-de-toco (Ruggiero, 1973, Corbet & Willmer 1980; Hoffmann *et al*, 2000). Entretanto, a polinização do maracujá-amarelo é geralmente prejudicada devido à carência de polinizadores naturais, o que pode estar relacionado ao uso constante de inseticidas no plantio e à ocorrência de desmatamento na região (Camilo, 2003), sendo a polinização manual uma prática comum para a produção de frutos.

Insetos pequenos como a abelha de mel (*Apis mellifera* Linnaeus) e as irapuás (*Trigona spinipes* Fabricius) ocupam as flores do maracujá-amarelo e utilizam seu recurso (néctar e pólen) podendo prejudicar a polinização. Estudos com irapuás demonstraram que suas visitas tornam as flores de *P. edulis* f. *flavicarpa* menos atrativas para as mamangavas, conseqüentemente, diminuindo o número de frutos de maracujá-amarelo (Sazima & Sazima 1989; Leone, 1990; Boiça *et al*, 2004).

A região norte fluminense possui características propícias ao desenvolvimento da fruticultura como solo, irrigação e proximidade a grandes centros consumidores, tornando o maracujá importante fonte de renda de pequenos agricultores em áreas de fazenda e assentamentos rurais (Ferreira *et al.*, 2003). A região é de economia essencialmente agrícola e pecuarista, e além do maracujá-amarelo, outras culturas como abacaxi, mandioca, cana de açúcar e pastos formam um mosaico de matrizes que cercam pequenos fragmentos florestais de matas sobre tabuleiro que ocorrem nesta região (Rizzini, 1979; Ferreira *et al.*, 2003).

O presente trabalho teve como objetivos:

1. Apresentar um estudo comparativo da fenologia de florescimento, biologia floral e visitantes em áreas de cultivo do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) com diferentes distâncias de fragmentos florestais (Mata do Carvão, na Estação Ecológica de Guaxindiba, Mata do Funil e outros pequenos fragmentos).
2. Comparar os visitantes florais e potenciais polinizadores do maracujá-amarelo e de espécies nativas de Passifloraceae analisando se há sobreposição na composição de espécies polinizadoras na mata e nas áreas de cultivo.

As hipóteses do trabalho são:

1. Áreas de cultivo mais próximas de fragmentos florestais apresentam maior riqueza e abundância de espécies visitantes do maracujá, pois os fragmentos representariam a manutenção de populações dos polinizadores, pela disponibilidade de locais de nidificação e de outras fontes de recursos.
2. Existe maior sobreposição na composição de espécies visitantes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* com espécies melitófilas de Passifloraceae nativas, quando comparada à sobreposição a espécies com outras síndromes florais.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Área de estudo-Vide Capítulo 1, item 1.6.2.

3.2.2 Biologia floral, fenologia do florescimento e frutificação do maracujá-amarelo

Para verificar o período de abertura floral e o tempo de deflexão dos estiletos, flores do maracujá-amarelo foram observadas durante quatro dias em duas áreas de cultivo: plantio do Sr Claudiomar e plantio do Sr. Manoel. Um número variável de botões, em pré-antese, foi marcado de acordo com o campo de visão do observador ($n = 105$ flores nos quatro dias) e acompanhado de hora em hora. As flores foram classificadas como fechada ou aberta, as anteras com ou sem pólen e os estiletos como sem curvatura, parcialmente curvos ou totalmente curvos, conforme denominação proposta por Ruggiero (1973).

O número de flores foi contado a cada dia de trabalho nas diferentes áreas de cultivo para se estimar o número de flores por metro linear, ao longo dos meses de estudo. O total de flores abertas no dia foi dividido pelo número de fileiras na respectiva área de cultivo multiplicado pelo comprimento da fileira. A estimativa do número de flores a cada dia de trabalho está resumida pela fórmula:

$$\text{Flores/m linear} = \frac{\text{Total de flores do dia}}{\text{Comprimento da fileira} \times \text{total de fileiras}}$$

A estimativa do número de flores por mês foi obtida utilizando a média do número de flores/ m linear de todos os dias estudados naquele mês.

Para verificar a frutificação natural, em cada dia de observação após a tomada de dados de frequência de visitas, 100 flores foram marcadas aleatoriamente com fita de cor vermelha e observadas cerca de uma semana depois para a verificação de formação ou não de frutos através do desenvolvimento do ovário.

A porcentagem de frutificação foi obtida através da fórmula:

$$\text{Taxa de frutificação} = \frac{\text{Número de frutos}}{\text{Total de flores}} \times 100$$

Para verificar a produção de néctar e concentração de solutos totais pelas flores do maracujá-amarelo ao longo da antese, cinco flores foram ensacadas com sacos de papel semi-permeável para a exclusão de visitantes. O néctar foi aferido com microcapilares graduados de 5 µl (SIGMA) e/ou seringas (0,3 ml) e a leitura de concentração de solutos totais feita em Refratômetro portátil (B.S. Eclipse) de hora em hora a partir da abertura floral. Para verificar o volume total ao fim do dia outras cinco flores previamente ensacadas foram aferidas no fim da tarde.

Parâmetros morfológicos, como diâmetro floral, diâmetro do disco nectarífero e altura dos estiletes, foram tomados em 15 flores, com o auxílio de um paquímetro de aço (150 x 0,02 mm). A altura média dos estigmas foi obtida a partir de 5 flores classificadas como sem curvatura, 5 flores como parcialmente curvas e 5 flores como totalmente curvas.

3.2.3 Frequência dos visitantes florais, porte corporal e Comportamento durante as visitas

Visando avaliar a frequência dos visitantes florais ao longo do dia, dois observadores caminharam pela área de cultivo, um observador começando na fileira mais externa e o outro no centro da área de cultivo para minimizar erros de amostragem. Durante este período, foram registrados o número de flores presentes na área, as espécies visitantes e o recurso utilizado por cada espécie

visitante. Quando não era possível a identificação imediata os visitantes eram coletados para posterior identificação taxonômica.

Para a comparação da frequência de visitas entre as espécies, foi calculado o número de visitas por flor por espécie de visitante, tomando-se a frequência absoluta em intervalos de 30 minutos e dividindo-a pelo número de flores observado no mesmo período.

O comportamento dos visitantes foi estudado por observações diretas e através de registros por fotografias e filmagens durante as visitas às flores. Foi selecionada uma área de cultivo (plantio do Sr. Manoel) sendo que uma fileira desta área foi escolhida casualmente e as flores presentes no campo de visão do observador foram observadas desde o período de abertura floral até o fim de atividade dos visitantes florais. Para cada espécie de visitante foram registradas a frequência e duração de visitas, local de pouso na flor, recurso coletado e comportamento intrafloral. Durante este período alguns visitantes foram coletados para posteriores medidas corpóreas.

Para avaliar a eficiência das abelhas do gênero *Xylocopa* como polinizadoras, um total de 33 botões em pré-antese foram ensacados e assim permaneceram até que seus estiletos estivessem deflexionados, então as flores foram desensacadas e expostas à visita exclusiva de *Xylocopa* spp. No primeiro dia 7 flores foram expostas a uma única visita de *Xylocopa* spp. No segundo dia 11 flores foram expostas a duas visitas e no terceiro, 15 flores foram expostas a três visitas de *Xylocopa* spp. Após o número variado de visitas às flores, estas foram ensacadas novamente e a ocorrência ou não de frutificação foi observada uma semana depois.

O porte corporal de todas as espécies visitantes foi determinado pelas medidas da altura do tórax e comprimento total do corpo com auxílio de um paquímetro de aço (150 x 0,02mm). Os insetos foram capturados aleatoriamente com redes entomológicas durante a tomada de dados de comportamento e frequência, depois foram montados em alfinete entomológico, etiquetados e identificados no Laboratório de Ciências Ambientais (LCA) no Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Outros possíveis visitantes foram registrados por filmagens ou fotografias.

O material testemunho foi depositado no Museu de Entomologia do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia (LEF) do Centro de Ciências e Tecnologia Agropecuárias na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

3.2.4 Análise dos dados

Para avaliar a atividade de *Xylocopa* spp. como polinizadores do maracujá-amarelo foi realizada uma análise de regressão considerando a frutificação como fator dependente do polinizador e frequência de *Xylocopa* spp./ flor como fator independente. Os dados foram analisados pelo programa EcoSim 7 e os gráficos realizados com auxílio do programa Statistica 7.

Para a comparação dos visitantes florais do maracujá-amarelo e das espécies de Passifloraceae nativas, foram utilizados os índices de dominância de Berger-Parker e para comparar as áreas de cultivo quanto aos potenciais polinizadores foi realizado o índice de diversidade de Shannon (Magurran, 1988).

Para comparação de espécies de Passifloraceae nativas e *P. edulis* f. *flavicarpa* em relação à composição de visitantes florais e os polinizadores foi utilizado índice de similaridade de Moressita-horn (Magurran, 1988).

3.3 Resultados

3.3.1 Biologia floral do maracujá-amarelo

A floração do maracujá-amarelo na região norte fluminense teve duração de nove meses, apresentando dois períodos de maior intensidade: setembro a dezembro e abril a maio, abrangendo os meses de maior temperatura média (Figura 3.3.1). Nos meses de março, julho e agosto não houve florescimento.

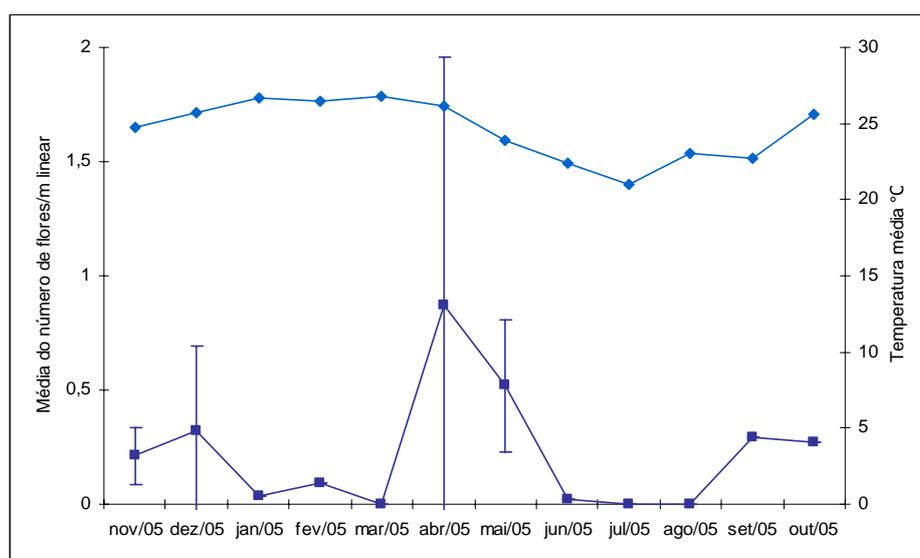


Figura 3.3.1: Intensidade de florescimento (média \pm desvio padrão do número de flores/m linear) do maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* em áreas de cultivo nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes; e temperatura média da região (Estação meteorológica de Campos dos Goytacazes).

Durante o período de florescimento, as flores não apresentaram sincronia em relação à abertura floral, iniciando o período de antese em torno das 12h e prolongando até as 16:30 h, quando todas as flores estavam abertas. A maior frequência de abertura ocorreu entre 12:00 e 14:00 h no qual 77% das flores já estavam abertas (Figura 3.3.2).

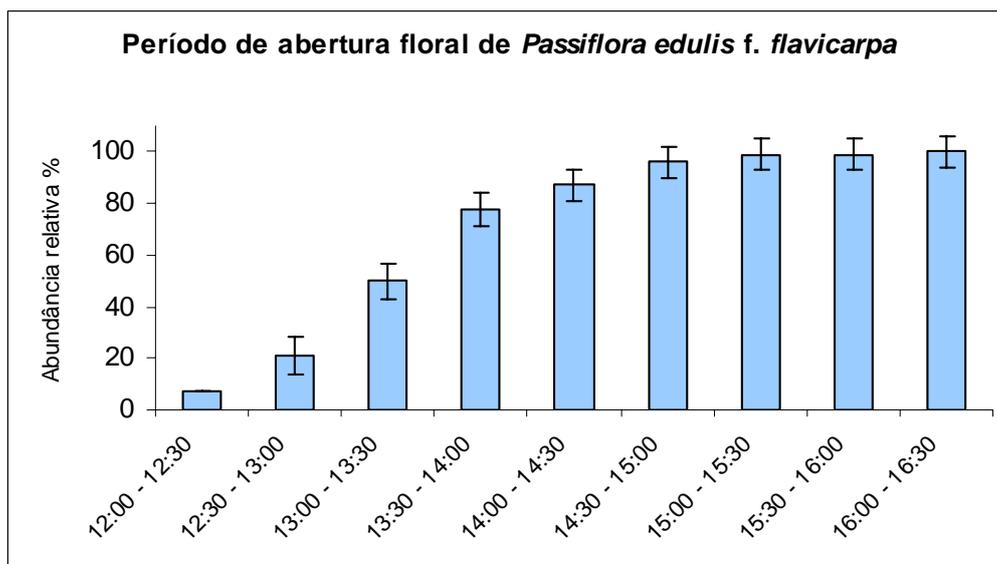


Figura 3.3.2: Frequência acumulada do número de flores abertas em períodos de hora em hora do maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* nas áreas de cultivo do Sr. Claudiomar (n = 59 flores) e Manoel (n = 46 flores) nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

Ao longo do período de abertura floral, a maior parte das flores observadas curvou seus estigmas. Por volta de 16h, 72,4% das flores apresentaram-se com os estiletes totalmente curvos, 19% com os estiletes parcialmente curvos e 8,6% de estiletes sem curvatura, a altura de flores com estigmas totalmente curvos foi de 1,2 cm (Figura 3.3.3).

A produção de néctar se deu continuamente, maior volume de néctar ocorreu entre 12:30 e 14:30h, com pico de produção neste horário (média de 18 μ l por flor), e declínio posterior, chegando a menos de 5 μ l por flor em média às 17:30h. A concentração de solutos totais variou ao longo do dia entre 38 e 42%, diminuindo após as 14:30h juntamente com o volume de néctar. O volume e concentração de solutos do néctar acumulado durante toda a antese chegou a 75 μ l e 42 %, respectivamente (Figura 3.3.4).

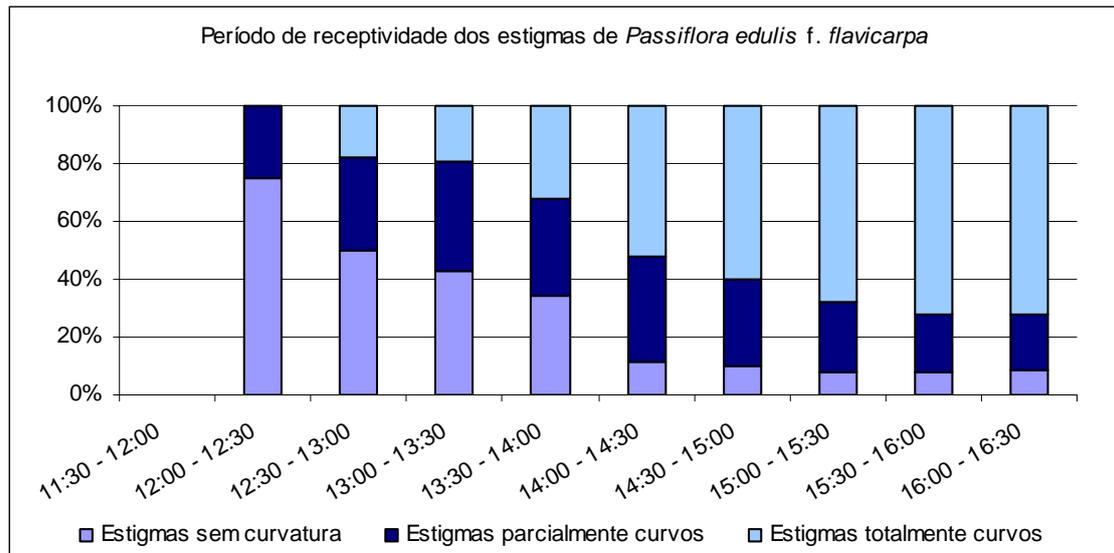


Figura 3.3.3: Porcentagem de flores do maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (n = 105 flores) nos diferentes estágios de curvatura dos estigmas ao longo do dia nas áreas de cultivo do Sr. Claudiomar e Manoel nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

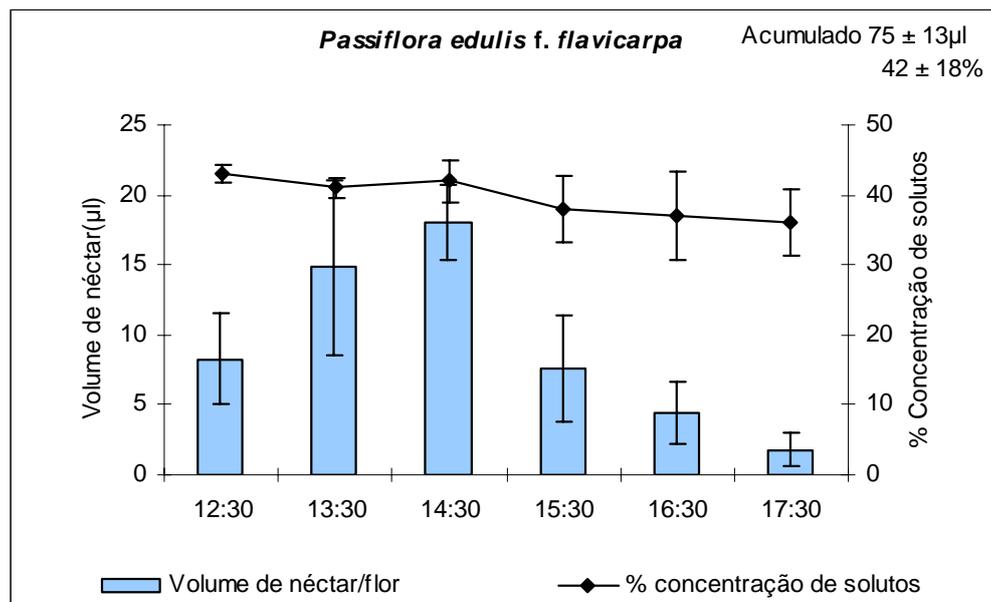


Figura 3.3.4: Volume de néctar e concentração de solutos de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* expressos em valores médios \pm desvio padrão tomados em intervalos de hora para 5 flores ao longo do dia em áreas de cultivo nos Municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. Os valores à direita do gráfico representam o total de néctar produzido no dia e a concentração de solutos totais deste volume. No eixo das abscissas está indicado o início de cada intervalo de tempo.

3.3.2 Visitantes florais e frequência de visitas do maracujá-amarelo

A riqueza e composição das espécies visitantes estão indicadas na tabela 3.3.1. *Xylocopa frontalis* (Olivier, 1789), *Xylocopa ordinaria* Smith, 1874 e *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 foram encontradas em todas as áreas de cultivo estudadas sendo os visitantes florais mais freqüentes (Tabela 3.3.1).

Outras espécies de abelhas de grande porte como *Epicharis flava* (Friese, 1990), *Centris longimana* Fabricius, 1804, *Centris flavifrons* (Fabricius, 1775), *Eulaema nigrita* Lepeletier, 1841 e *Eulaema cingulata* (Fabricius, 1804) também visitaram as flores do maracujá-amarelo, porém em menor freqüência (tabela 3.3.1). Além de abelhas, ocorreram ocasionalmente outros visitantes florais como insetos das ordens Lepidoptera como *Dione juno* Stoll 1782, *Phoebis sennae* Linnaeus, 1758, *Utetheisa ornatix* Linnaeus, 1758, Diptera e beija flores (Trochilidae) (Tabela 3.3.1).

Tabela 3.3.1: Frequência relativa, áreas de ocorrência e medidas corpóreas dos visitantes florais do maracujá-amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* presentes em todas as áreas de estudo nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ. Localização das áreas na Figura 1.6.1 Comp: comprimento do corpo; Alt: altura do tórax.

Clase/Ordem/Família/Tribo	Visitantes florais-	Freqüência relativa (%)	Áreas de ocorrência	Comp (cm)	Alt (cm)
INSECTA					
HYMENOPTERA					
Apidae					
Apini	<i>Apis mellifera</i>	85	2,4,5,8,9 e 13	1,3	0,32
Xylocopini	<i>Xylocopa frontalis</i>	8	2,4,5,8,9 e 13	2,9	1,1
	<i>Xylocopa ordinaria</i>	5	2,4,5,8,9 e 13	2,1	0,76
Centridini	<i>Epicharis flava</i>	0,5	4	2,2	0,79
	<i>Centris flavifrons</i>		4,9	2,1	0,80
	<i>Centris longimana</i>		4	2,0	0,79
Euglossini	<i>Euglossa cordata</i>		4	1,07	0,4
	<i>Eulaema nigrita</i>		5	1,9	0,79
	<i>Eulaema cingulata</i>		13	2,1	0,76
Halictidae					
Augochlorini	<i>Augochloropsis</i> sp1		5	0,76	0,26
Outros Hymenoptera					
Vespidae	Vespidae sp1		2,4,5,8,9 e 13	2,4	0,7
DIPTERA	Syrphidae sp1	0,1	8,9	0,9	0,2
LEPIDOPTERA	<i>Dione juno</i>	1	8,9	2,4	0,44
	<i>Phoebis s. sennae</i>		8,9	2,1	0,5
	<i>Utetheisa oratrix</i>		8	1,23	0,39
AVES					
Trochilidae		0,4	2,4,5,8,9 e 13		

Na estação chuvosa, a freqüência de visitas da abelha de mel *A. mellifera* foi superior à freqüência de *Xylocopa* spp. em todas as áreas estudadas (freqüência relativa de 0,85). Maior visitação ocorreu entre 12:00 e 13:30 horas, com pouca variação entre as áreas (Figura 3.3.5, Tabela 3.3.1). Além disso, foi observado que as anteras rapidamente ficaram sem pólen (Figura 3.3.7) neste período. *X. frontalis* foi   espécie mais freqüente em três das quatro áreas de cultivo estudadas neste período. Os horários de maior atividade ocorreram entre 12 e 13:30h (Tabela 3.3.5). Maior freq ncia de *X. ordinaria* foi observada na área do Sr. Raul, onde estas abelhas apresentaram maior atividade após as 13:00h (Figura 3.3.5).

No período abril-maio, a atividade de *A. mellifera* foi inferior a de *Xylocopa* spp. apresentando padrão contrário ao observado no período anterior (Figura 3.3.6) e foi observado que as anteras permaneceram com pólen até o fim do período de observação (Figura 3.3.7).

Ocorreu aumento da taxa de frutificação em dias de grande atividade de *Xylocopa* spp., entretanto, este aumento não foi observado quando *A. mellifera* ocorreu em grande freq ncia (Figura 3.3.8).

A análise de regressão entre o número de visitas/flor de *Xylocopa* spp. e a porcentagem de frutificação, considerando dados obtidos ao longo do ano, demonstrou relação positiva estatisticamente significativa ($P = 0,02$) (Figuras 3.3.9).

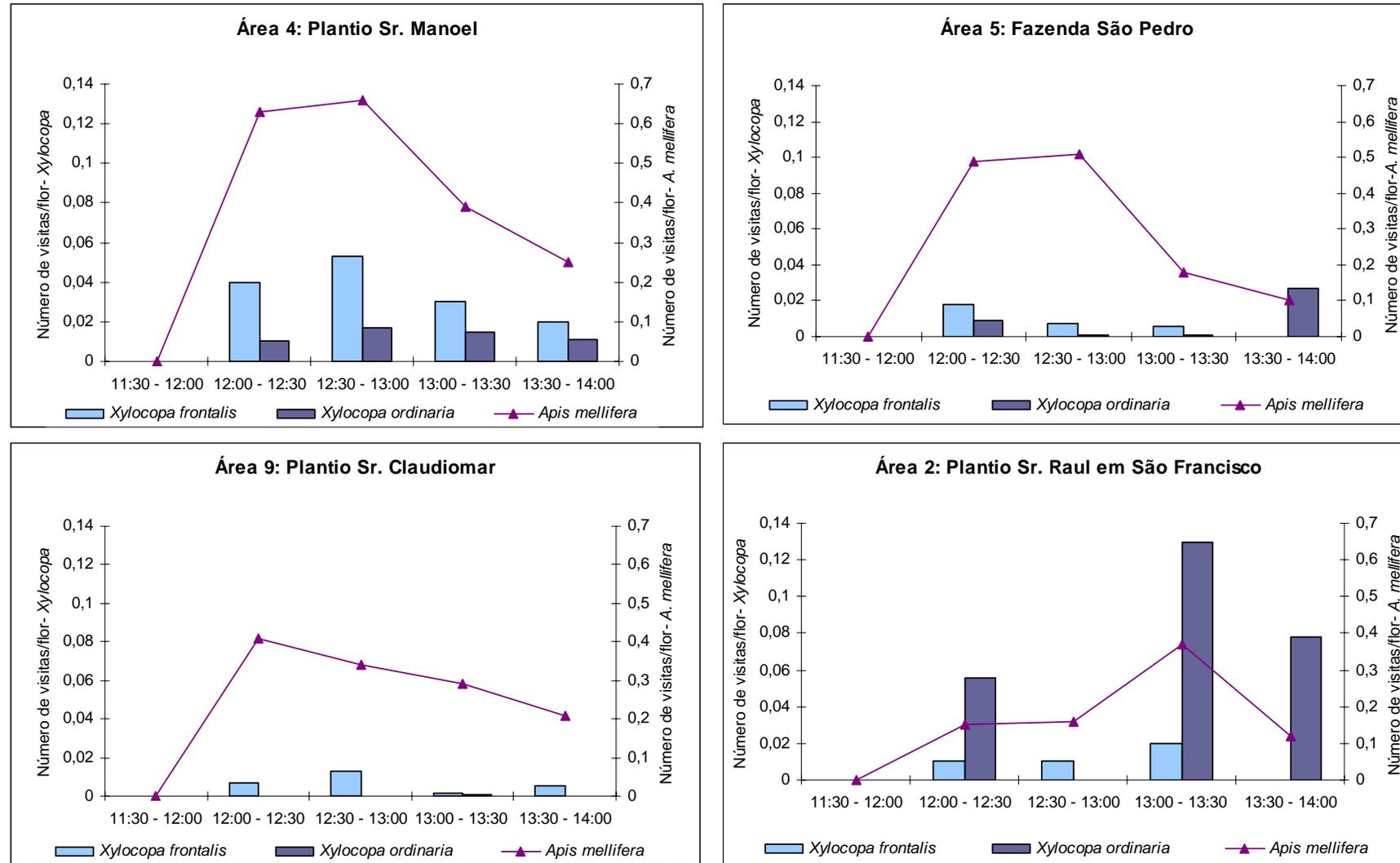


Figura 3.3.5: Freqüência média de visitas/flor de *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa ordinaria* e *Apis mellifera* em flores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) em áreas de cultivo em São Francisco do Itabapoana, RJ, entre novembro/2004 e fevereiro/2005, nas áreas 4 (n=12 horas de observação; 5 (n=12h); 11 (n=6h) e área 2 (n=6h).

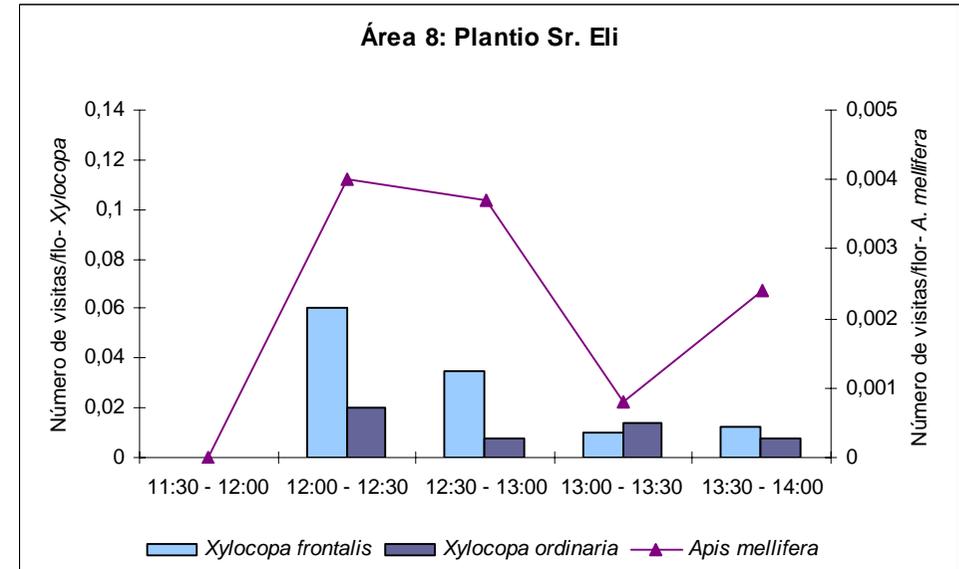
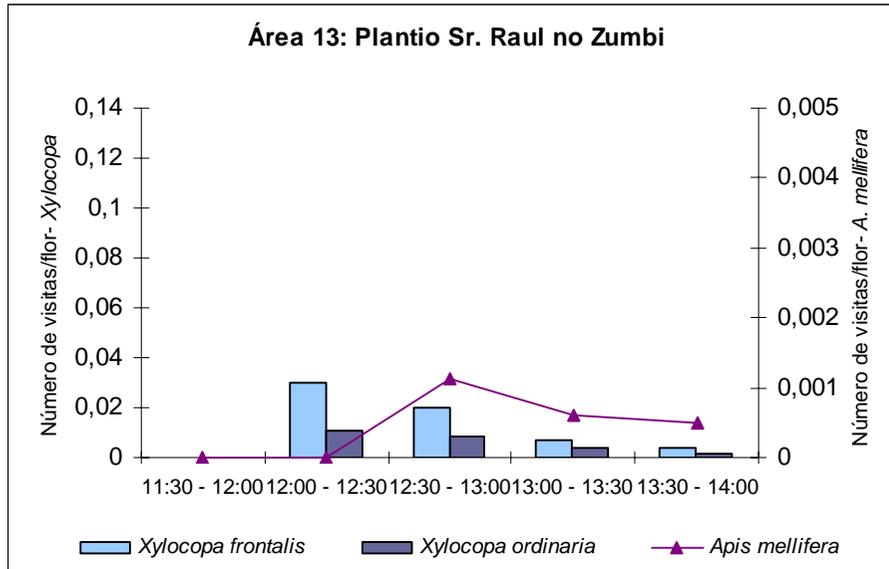


Figura 3.3.6: Freqüência média de visitas/flor das abelhas *Xylocopa frontalis*, *Xylocopa ordinaria* e *Apis mellifera* em flores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) em áreas de cultivo em São Francisco do Itabapoana, RJ. (Sr. Raul no Zumbi: 15 horas de observação nos meses de Abril, Maio e Junho; Sr. Eli: 9 horas de observação nos meses de Abril e Maio).

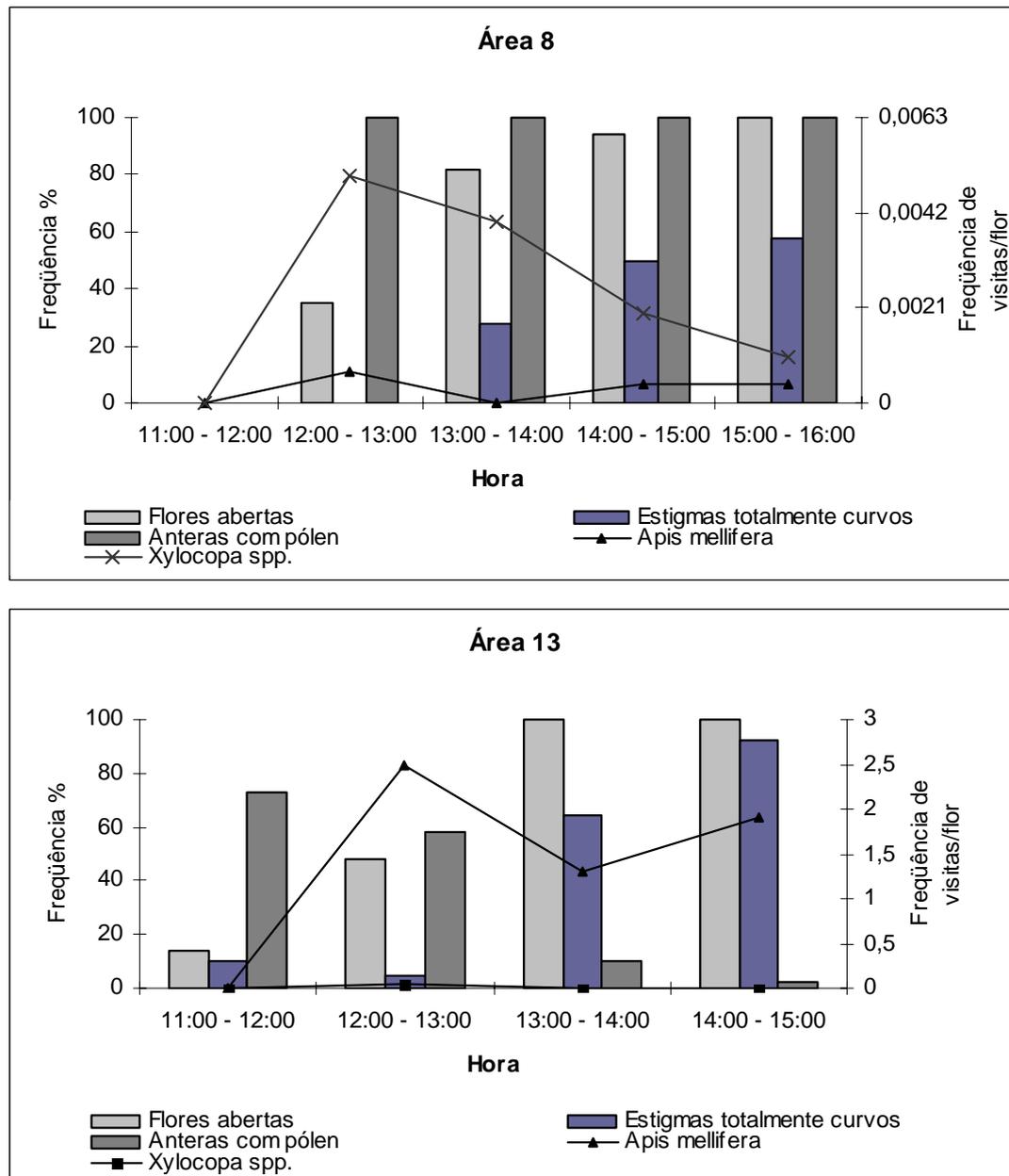


Figura 3.3.7: Efeito da pilhagem do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) por *Apis mellifera* nas áreas de plantio do Sr. Claudiomar- área 8 (30/12/04, 30 flores) e Sr. Raul no Zumbi-área 13 (15/04/05, 17 flores), RJ.

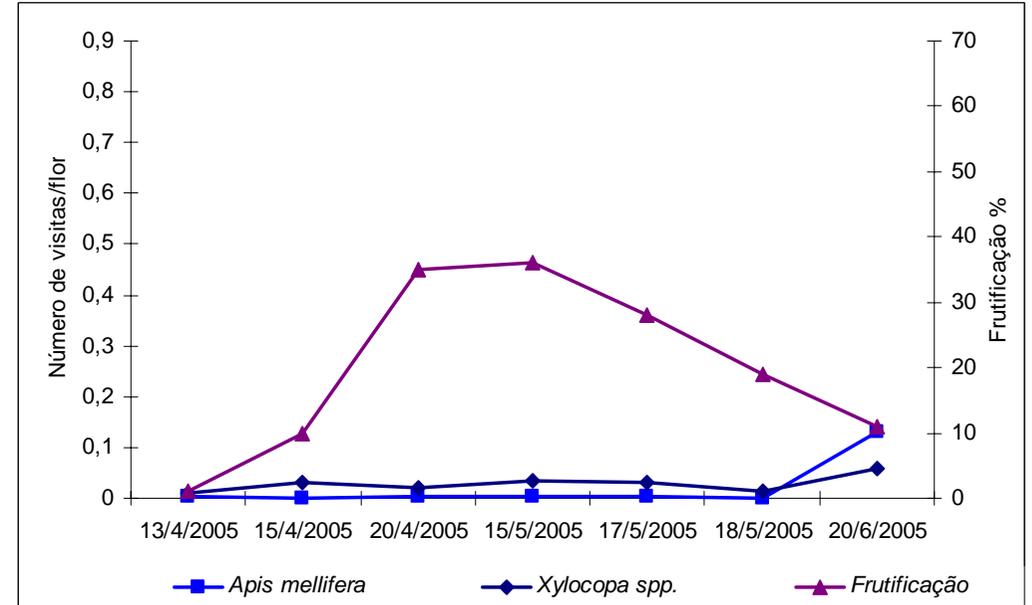
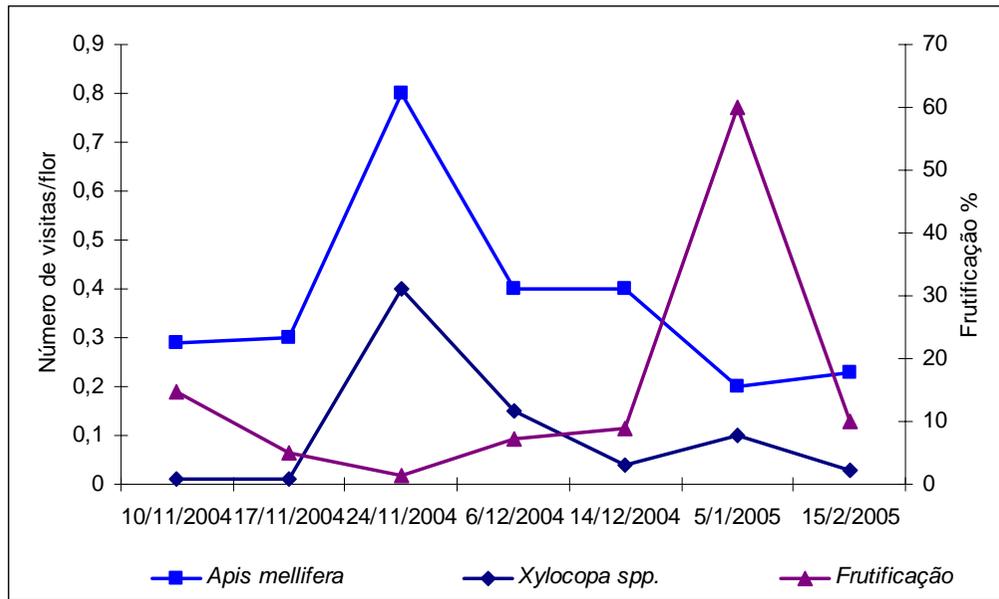


Figura 3.3.8: Frequência de visitas/ flor de *Apis mellifera* e *Xylocopa* spp. em flores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e taxa de frutificação em dois períodos diferentes em áreas de cultivo em São Francisco do Itabapoana, RJ.

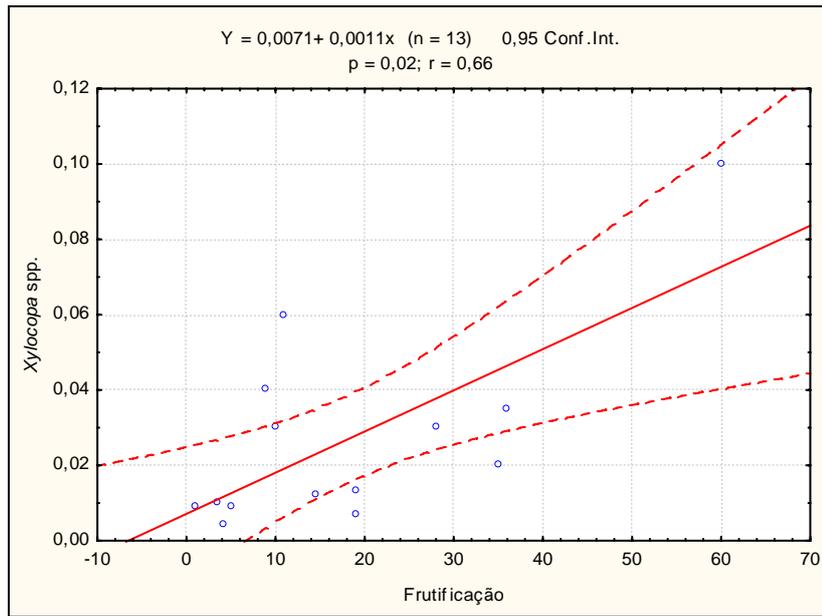


Figura 3.3.9: A: Regressão linear entre freqüência de *Xylocopa* spp. (número de visitas/flor) e frutificação nas áreas de cultivo do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

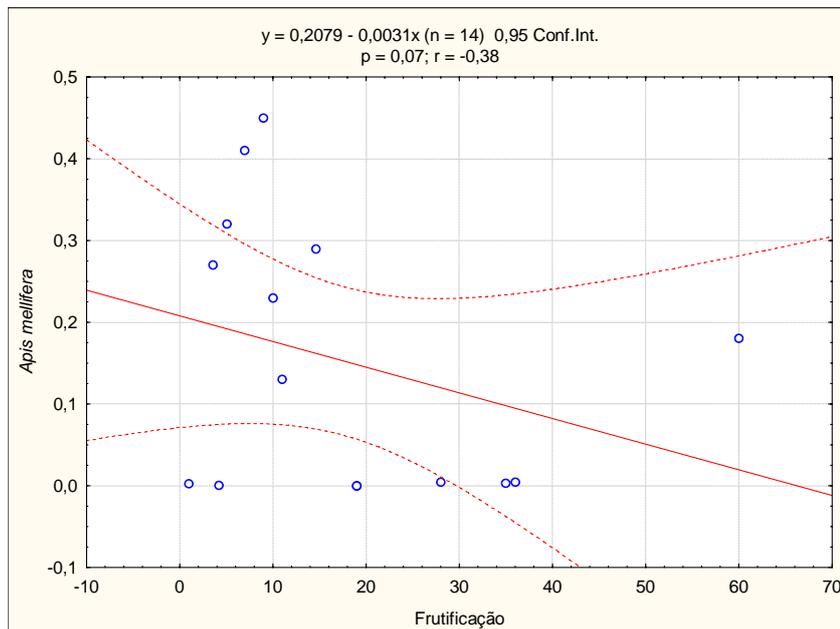


Figura 3.3.9: B: Regressão linear entre freqüência de *Apis mellifera* (número de visitas/flor) e frutificação nas áreas de cultivo do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

3.3.4 Comportamento e eficiência dos visitantes florais como polinizadores do maracujá-amarelo

Foram consideradas de grande porte as abelhas com tamanho do corpo superior a 1,8 cm e altura superior a 0,76 cm, Estas pertenciam aos gêneros *Xylocopa*, *Eulaema*, *Centris* e *Epicharis*.

Estas abelhas apresentaram comportamento semelhante nas flores do maracujá-amarelo. Pousavam diretamente sobre as pétalas ou sobre a corona, caminhavam em direção ao centro da flor e introduziam as peças bucais na câmara nectarífera em busca do néctar. Podiam repetir este comportamento em outros pontos na câmara nectarífera da mesma flor, rodeando a base do ginóforo, ou levantavam vôo dirigindo-se a outra flor. O contato com anteras e estigmas ocorria sempre na região dorsal do corpo do visitante, principalmente nas genas, mesoscuto e escutelo (Figura 3.4).

As abelhas de grande porte apresentaram tamanho e comportamento intrafloral importantes à polinização do maracujá-amarelo. Tanto a riqueza quanto a diversidade (índice de diversidade de Shannon) de polinizadores do maracujá-amarelo foi maior em áreas mais próximas a fragmentos florestais destacando-se a área 4 que está a 10 m de um fragmento e a área 5 que está a 1,4 km da Mata do Carvão (Tabela 3.3.2).

Experimentos de exclusão de visitantes, permitindo somente visitas de *Xylocopa* spp. indicaram que no mínimo 3 visitas foram necessárias para a frutificação de 33 % das flores testadas, Nesta mesma área, a taxa média de frutificação foi de 24% em condições naturais (tabela 3.3.3).

As abelhas de mel *A. mellifera* apresentaram comportamento distinto buscando preferencialmente o pólen durante suas visitas às flores. Neste caso, pousavam diretamente sobre as anteras abertas e com as pernas anteriores e médias retiravam o pólen, acumulando-o nas corbículas. O contato com anteras e estigmas era raro, pois as visitas muitas vezes restringiam-se à coleta em uma única antera na mesma flor e geralmente forrageavam em grupo. Estas abelhas visitavam as flores muitas vezes ainda em pré-antese, quando as pétalas ainda estavam muito próximas. Neste caso, forçava a sua entrada alcançando as anteras antes da abertura floral. Também

coletavam néctar, pousando diretamente na coroa, porém sem atingir anteras ou estigmas devido ao seu pequeno porte (Figura 3.4).

Tabela 3.3.2: áreas de cultivo do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), as distâncias a fragmentos florestais, os índices de diversidade de Shannon para cada área e os polinizadores encontrados em cada área nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

Município	Localização- Coordenadas	Pontos de localização na figura 1	Proximidade a fragmento florestal	H'	Principais polinizadores	Paisagem ao redor da área
São Francisco do Itabapoana	Plantio do Sr. Raul em São Francisco do Itabapoana	2	3,6 km (Mata do Carvão)	0,45	<i>Xylocopa frontalis</i> <i>Xylocopa ordinaria</i>	Cana-de-açúcar
	Plantio do Sr. Manoel	4	10 m (Fragmento florestal)	0,79	<i>Xylocopa frontalis</i> <i>Xylocopa ordinaria</i> <i>Epicharis flava</i> <i>Centris favifrons</i> <i>Centris longimana</i>	Fragmento florestal, cana-de- açúcar e mandioca
	Fazenda São Pedro	5	1,4 km (Mata do Carvão)	0,79	<i>Xylocopa frontalis</i> <i>Xylocopa ordinaria</i> <i>Eulaema nigrata</i>	cana-de-açúcar e mandioca
	Plantio do Sr. Eli	8	1 km (Mata do Funil)	0,65	<i>Xylocopa frontalis</i> <i>Xylocopa ordinaria</i>	cana-de-açúcar e abacaxi
	Plantio do Sr. Claudiomar	9	600 m (Mata do Funil)	0,59	<i>Xylocopa frontalis</i> <i>Xylocopa ordinaria</i> <i>Centris favifrons</i>	cana-de-açúcar e abacaxi
Campos dos Goytacazes	Plantio do Sr. Raul no Zumbi	13	3,2 km (Mata do Bom Jesus)	0,65	<i>Xylocopa frontalis</i> <i>Xylocopa ordinaria</i> <i>Eulaema cingulata</i>	cana-de-açúcar, mandioca e pasto

Tabela 3.3.3: Número de visitas e frutos formados por *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa ordinaria* na área de maracujá-amarelo 13 (área do Sr. Raul no Zumbi) em Campos dos Goytacazes, RJ.

Número de visitas por <i>Xylocopa ordinaria</i> e <i>Xylocopa frontalis</i>	Frutos formados
1 visita	Nenhum fruto (n = 7)
2 visitas	1 fruto abortado (n = 11)
3 visitas	33% (n = 15)



Figura 3.4: A: *P. edulis* f. *flavicarpa* com os visitantes florais *Xylocopa ordinária* e *Apis mellifera*; B: *Centris longimana*; C: *Xylocopa frontalis* (macho); D: *Xylocopa ordinaria*. Fotos tiradas em áreas de cultivo do maracujá-amarelo *P. edulis* f. *flavicarpa* nos municípios de São Francisco do Itabapoana e Campos dos Goytacazes, RJ.

3.4 Discussão

3.4.1 Biologia floral do maracujá-amarelo

O período de florescimento de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* na região norte fluminense ocorreu durante nove meses ao longo do ano, semelhante para outras áreas no estado de São Paulo (Vallini *et al.* 1976; Ruggiero, 1978; Camillo, 2003). Diferente dessas áreas apresentou ainda dois picos de florescimento nos meses de novembro a dezembro e abril a maio (Vallini *et al.* 1976; Ruggiero, 1978). O maracujazeiro é uma planta exigente quanto à luminosidade necessitando de cerca de 12 horas diárias de luz para ocorrer o florescimento (Ruggiero, 1980; Camillo, 2003); além disso, tanto o período anual de florescimento como a intensidade do florescimento variam em cada região devido a variações no fotoperíodo resultando assim, em períodos e intensidades de florescimento que podem ser distintos (Sousa, 1994; Teixeira, 1994).

As flores do maracujá-amarelo geralmente iniciam a antese por volta do meio dia sendo que o máximo de abertura em um dia é às 13 horas, estes dados corroboram estudos anteriores (Corbet & Willmer 1980; Teixeira, 1994; Camillo, 2003).

O horário de antese do maracujá-amarelo é diferente das espécies nativas melitófilas de Passifloraceae (Capítulo 2) que abrem suas flores pela manhã. O horário de abertura e o período de florescimento de Passifloraceae que compartilham polinizadores pode ser estratégico para evitar disputa por polinizadores sendo a utilização dessas espécies nativas em áreas de cultivo uma importante ferramenta para maior atração e manutenção de polinizadores na área ao longo do ano.

Durante o período da antese, os estigmas tornam-se receptivos, e os estiletos deflexionam (Teixeira, 1994). A abertura das flores do maracujá-amarelo não é sincrônica e a proporção dos três tipos de flores varia ao longo do período de abertura floral, o número de flores totalmente curvas aumenta gradativamente e se tornam maioria no fim do período de abertura das flores. Inicialmente as flores podem funcionar como doadoras de pólen e posteriormente também como receptoras (Varassin & Silva, 1999) evitar a interferência do pólen disperso pelas anteras sobre a superfície estigmática da mesma flor, no caso de espécies auto-incompatíveis (Webb & Lloyd, 1986).

O valor de TC, PC e SC encontrado para flores deste estudo foi semelhante aos valores encontrados por Ruggiero *et al*, 1975 TC (70,79%), PC (23,28%) e SC (5,92%) e Hoffmann *et al*, 2000 TC (76,86%), PC (21,22%) e SC (1,92%).

Os tipos TC e PC são considerados tipos morfológicos receptivos à polinização já que frutificam quando polinizadas por quaisquer dos três tipos de flores, as flores do tipo SC não formam frutos mesmo quando polinizadas artificialmente com pólen de quaisquer dos três tipos de flores apresentando esterilidade feminina e atuam como flores masculinas (Ruggiero *et al*, 1975b) (Figura 3).

A alta concentração de solutos totais encontrados nas flores do maracujá-amarelo pode estar relacionada com as necessidades energéticas dos seus polinizadores. Flores polinizadas por abelhas são comumente dotadas de alta concentração de solutos totais no néctar (Faegri & Pijl, 1979) assim como o maracujá-amarelo. A maior produção de néctar até as 14:30 com pico de produção neste horário e a maior concentração de solutos totais neste período está relacionado a maior atividade dos visitantes florais que forrageiam em busca de néctar neste mesmo período. Após as 14:30 h, tanto o volume quanto a concentração de solutos diminui, tornando-se menos atrativas a visitantes.

3.4.2 Visitantes florais do maracujá-amarelo

Os polinizadores mais freqüentes foram *X. frontalis* e *X. ordinaria*. Espécies do gênero *Xylocopa* foram indicadas como os principais polinizadores em diferentes regiões. As abelhas deste gênero habitam vários sistemas como florestas, ambientes antrópicos e áreas agrícolas, *X. frontalis* é amplamente distribuída nas diferentes regiões do Brasil, *X. ordinaria* está restrita aos domínios da Mata Atlântica envolvendo os estados do RS, SP, RJ, ES e BA (Schlindwein, 2003).

Maior riqueza de espécies visitantes foi observada nas duas áreas mais próximas de fragmentos florestais em São Francisco do Itabapoana na área 4 (a 10 m) e na área 5 (a 1,4 km). Este resultado era esperado para grupos que tem exigências ecológicas, como locais específicos de nidificação e plantas fontes de recursos, que ocorram exclusivamente ou em maior densidade em áreas florestais como é o caso das abelhas Centridini e Euglossini. As abelhas pertencentes a esta tribo necessitam de recursos florais específicos como óleos, fragrâncias, resinas e substratos específicos para nidificação como termiteiros (*C. longimana*), no chão e

em barrancos (*C. flavifrons* e *E. flava*), algumas espécies encontradas neste estudo como *E. nigrita*, *E. cingulata* e *E. flava* também são encontradas em ambientes antrópicos, mas também são espécies que utilizam recursos em fragmentos para o forrageamento e nidificação (Camargo *et al.*, 1975; Coville, *et al.*, 1983). No caso de *Xylocopa* spp., estas exigências podem ser menores já que são generalistas e substratos de nidificação podem ser encontrados na área de cultivo, mesmo na madeira das espaldeiras que sustentam a plantação de maracujá-amarelo.

Espécies observadas neste trabalho foram semelhantes às encontradas por Hoffmann *et al.* (2000) estudando visitantes florais do maracujá amarelo em Campos dos Goytacazes, como *X. frontalis*, *X. ordinaria*, *E. nigrita*, *E. cingulata* e *A. mellifera*.

Em outras regiões do Brasil, outras espécies dos gêneros *Xylocopa*, *Epicharis*, *Bombus*, *Eulaema* e *Centris* foram observadas (Ruggiero, 1975; Camillo, 1978).

A nidificação de *X. frontalis* e de *X. ordinaria* ocorre durante todo o ano (Camilo, 2003; Bernardino, 2006) sendo a escolha do substrato relacionado a características favoráveis a nidificação como textura e maciez da madeira e abundância do substrato adequado (Bernardino, 2006). A idade do plantio pode ser fundamental para a frequência de *Xylocopa* spp. na área, os mourões podem servir como um importante substrato para a atração e a sua permanência na área de cultivo ao longo do período de produção do maracujá-amarelo.

O maior período de atividade de *Xylocopa* spp. registrado neste estudo foi semelhante ao indicado em outros estudos realizados com *Xylocopa* sp. (Freitas e Oliveira Filho, 2003). Entretanto alguns estudos indicaram atividade mais tardia, após as 14:00 h (Camillo, 1978). O período de atividade desses visitantes pode ser influenciado tanto pela quantidade de flores de maracujá-amarelo disponíveis na área de cultivo quanto pela disponibilidade de flores de outras espécies vegetais disponíveis no ambiente. A intensa atividade da *A. mellifera* durante o período de outubro a fevereiro e a baixa atividade nos meses de abril a junho pode estar relacionado à preferência de forrageiro a outras espécies vegetais, semelhante ao observado por Leone (1990). *A. mellifera* possui hábito generalista e forrageamento em grupo e são oportunistas quanto às fontes de recursos; embora a densidade de flores tenha aumentado em abril-junho pode ter ocorrido alguma preferência por outras espécies vegetais que florescem no mesmo período como aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) que são muito atrativas a *A. mellifera* (Cesário, 2005).

3.4.2 Comportamento e eficiência dos visitantes florais

A maior frutificação natural correlacionada ao aumento da freqüência de *X. frontalis* e *X. ordinaria* demonstra o importante papel destas espécies como polinizadores do maracujá-amarelo, devido ao porte corporal quando tocam nas partes reprodutivas com a região dorsal do tórax. *X. ordinaria* apesar de visitar as flores do maracujá-amarelo em menor freqüência possui morfologia e comportamento adequados à polinização.

A. mellifera demonstra ser prejudicial para as flores do maracujá, devido ao seu comportamento de retirada do pólen das anteras principalmente no início da abertura das flores além de sua alta freqüência de visitas que refletem na baixa frutificação. Quando estão em baixa freqüência ocorre aumento do sucesso de frutificação do maracujá-amarelo. Outros estudos também mostraram prejuízo na frutificação nas áreas de cultivo do maracujá-amarelo decorrente da atividade da *A. mellifera* (Carvalho & Teófilo Sobrinho, 1973; Leone, 1990).

Sucesso de frutificação no experimento de exclusão foi de 33%, as condições naturais registradas para a área onde o experimento foi realizado foram inferiores com 24% de frutificação. Estes dados sugerem que a atividade das *Xylocopa* spp. provavelmente foi inferior a três visitas a uma mesma flor, o que pode estar relacionado à alta disponibilidade de flores na área, a disponibilidade de outros recursos que estejam próximos às áreas ou a baixa densidade de agentes polinizadores na área. Por outro lado, flores expostas a visitas exclusivas da *A. mellifera*, não originaram fruto (Fernandes, 2006) confirmando seu papel como pilhadoras.

4. Discussão Geral

Passiflora edulis f. *flavicarpa* e as Passifloraceae nativas compartilham diversas espécies de visitantes florais. Os maiores índices de similaridade de visitas foram observados entre *P. edulis* f. *flavicarpa* e *P. malacophylla*, resultantes principalmente da atividade por *A. mellifera*. Nas duas espécies de Passifloraceae a abelha de mel apresentou comportamento pilhador utilizando os recursos das flores sem promover a polinização afetando no sucesso reprodutivo dessas duas espécies vegetais.

Quando foram consideradas somente as espécies polinizadoras, *P. alata*, *P. malacophylla* e *M. glaziovii* apresentaram similaridade com *P. edulis* f. *flavicarpa* principalmente pela presença de abelhas das tribos Xylocopini, Euglossini e Centridini. A maior similaridade encontrada foi entre *M. glaziovii* e *P. edulis* f. *flavicarpa* por compartilharem polinizadores como *E. nigrita*, *E. cingulata*, *X. frontalis* e *X. ordinaria*.

O período de florescimento de *P. edulis* f. *flavicarpa* coincide com o florescimento de *P. malacophylla* e *P. alata*. Entretanto essas espécies nativas possuem antese nas primeiras horas da manhã enquanto que *P. edulis* f. *flavicarpa* abre suas flores no período da tarde, Em populações nativas, este mecanismo é importante para minimizar a sobreposição de florescimento de espécies simpátricas formando uma barreira temporal impedindo competição por polinizadores e fluxo de pólen (Levin, 1971; Gentry, 1974; Bawa, 1983; Rathke & Lacey, 1985; Talora & Morellato, 2000; Kay & Schemske, 2003).

No sistema estudado, a assincronia entre espécies nativas e cultivadas resulta na maior extensão no período de disponibilidade de recursos e as abelhas podem estar utilizando flores na mata durante o período da manhã e complementando seu forrageamento em áreas de cultivo durante à tarde.

Espécies de *Xylocopa* da região, consideradas como as principais polinizadoras de *P. edulis* f. *flavicarpa* estiveram presentes em todas as áreas de cultivo, independente da distância das áreas a fragmentos florestais. Embora estas abelhas sejam generalistas quanto à utilização de recursos e substratos de nidificação (Camilo, 2003; Bernardino, 2006), possuem atividade de forrageamento ao longo do dia (Gerling, *et al*, 1989), necessitando assim de fontes de néctar e pólen que podem ser obtidos em plantas ruderais presentes nas próprias áreas de cultivo, e outras

espécies onde elas são comumente encontradas e estão presentes em áreas de mata.

Diferentemente das espécies de *Xylocopa*, presentes em todas as áreas de cultivo e também nas áreas nativas, as abelhas das tribos Centridini e Euglossini visitantes nas Passifloraceae nativas só foram observadas em áreas de cultivo de *P. edulis* f. *flavicarpa* que estavam localizadas com maior proximidade de fragmentos florestais. Estas abelhas possuem algumas necessidades como locais específicos para nidificação, utilização de fragrâncias ou, óleos florais e outros recursos alimentares que estão disponíveis nos fragmentos florestais (Camargo *et al.*, 1975; Coville, *et al.*, 1983).

Os fragmentos florestais ainda existentes na região fornecem a esses agentes polinizadores, recursos e nidificação. Por outro lado, as áreas de maracujá-amarelo próximas a esses fragmentos florestais são beneficiadas pela maior riqueza desses polinizadores. Para a preservação desses polinizadores que são importantes para espécies nativas e cultivadas é necessária a maior proteção desses fragmentos florestais que permaneceram na região.

5. Considerações finais

- As Passifloraceae apresentaram diferentes síndromes de polinização e padrões de florescimento distintos associados a diferentes polinizadores, entretanto, a melitofilia foi à síndrome de polinização predominante.
- Nas áreas de cultivo do maracujá-amarelo as espécies mais freqüentes foram *Xylocopa frontalis* e *Xylocopa ordinaria* como efetivos polinizadores e *Apis mellifera* como pilhadora.
- Polinizadores compartilhados entre espécies nativas e cultivadas são principalmente as da tribo Xylocopini, Euglossini e Centridini, entretanto somente as da tribo Xylocopini ocorrem em áreas mais abertas visitando áreas cultivadas distantes de fragmentos florestais.
- Os fragmentos florestais da região norte fluminense devem ser protegidos também para a preservação dos polinizadores das espécies vegetais nativas da região e as de valor econômico.

6. Referências Bibliográficas

- Aguiar-Meneses, E. L.; Menezes, E. B.; Cassino, P. C. R.; Soares, M. A. 2002. Passion fruit. Cap. 12.
- Araújo, A. C.; Ficher, E. A., Sazima, M. 1994. Floração seqüencial e polinização de três espécies de *Vriesea* (Bromeliaceae) na região de Juréia, sudeste do Brasil. *Revta Brasil. Bot.* 17(2):113-118.
- Augspurger, C. K. 1980. Mass-flowering of a tropical shrub (*Hybanthus prunifolius*): influence on pollinator attraction and movement. *Evolution.* 34(3): 475-488.
- Barros, M.A.G. 1992. Fenologia da Floração, estratégias Reprodutivas e Polinização de espécies Simpátricas do Gênero *Birsonima* Rich (Malpighiaceae). *Rev. Brasil. Biol.*, 52(2):343-353.
- Bawa, K. S. 1983. Patterns of Flowering in Tropical Plants. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 68: 301-322.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 21:399-422.
- Benson, W. W., Brown, J. R., and L. E. Gilbert. 1976. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. *Evolution, Lancaster.* 29 (4):650-680.
- Bernardino, A. S. 2006. Distribuição de ninhos e comportamento de nidificação de *Xylocopa ordinaria* Smith, 1874 (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) em área de restinga em São João da Barra, RJ. Monografia apresentada no Centro de Biociências e Biotecnologia na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ.
- Boiça Jr, A. L., Santos, T. M., Passilongo, J. 2004. *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em Espécies de Maracujazeiro: Flutuação Populacional, Horário de Visitação e Danos às Flores. *Neotropical Entomology* 33 (2):135-139.

- Buzato, S., Franco, A. L. M., 1992. *Tetrastylis ovalis*: a second case of bat-pollinated passionflower (Passifloraceae). *Pl. Syst. Evol.* 181: 261-267.
- Camargo, J. M. F., Zucchi, R., Sakagami, S. F. 1975. Observations on the bionomics of *Epicharis* (*Epicharana*) *rustica flava* (Oliver) including notes on its parasite *Rhathymus* sp. (Hymenoptera, Apoidea: Anthophoridae). *Studia Ent.*, vol.18, fase 1-4.
- Camillo, E. 1978. Polinização do maracujazeiro. 2º Simpósio sobre a cultura do maracujazeiro, Jaboticabal, SP. Sociedade Brasileira de Fruticultura. p.32.
- Camillo, E. 2003. Polinização do maracujá. Holos Editora, Ribeirão Preto. 44 pp.
- Carvalho, A. M., Sobrinho, J. T. 1973. Efeito nocivo de *Apis mellifera* L. na produção do maracujazeiro. *Anais do II Congresso Brasileiro de Fruticultura.* p.422.
- Cesário, L. F. 2005. Ecologia da polinização e fenologia reprodutiva de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em área de restinga no norte fluminense. Monografia apresentada no Centro de Biociências e Biotecnologia na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ.
- Corbet, S. A., Willmer, P. G. 1980. Pollination of the yellow passion fruit: Nectar, pollen and carpenter bees. *J. Agric. Sci.* 95:655-666.
- Coville, R. E., Frankie, G. W., Vinson, S. B. 1983. Nets of *Centris segregata* (Hymenoptera:Anthophoridae) with a review of the nesting habitats of the genus. *Kansas Entomol. Soc.* 56(2):109-122.
- Faegri, K. & Pijl, L. Van Der. 1979. *The Principles of Pollination Ecology*. Third Revised Edition. Pergamon Press. London. 254pp.

- Fenster, C. B., Armbruster, W. S., Wilson, P., Dudash, M. R., and Thomson, J. D. 2004. Pollination Syndromes and Floral Specialization *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35:375–403
- Fernandes, E. V. M. 2006. Forrageamento de *Apis mellifera* L. em flores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) na região norte fluminense. Monografia apresentada no Centro de Biociências e Biotecnologia na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, RJ.
- Ferreira, V. R., Souza, P. M., Ponciano, N. J., Carvalho, A. J. C. 2003. A fruticultura como alternativa para a produção familiar no âmbito do pronaf nos municípios de Campos dos Goytacases e São Francisco do Itabapoana, RJ. *Rev. Bras. Frutic.* V.25 n.3. Jaboticabal. Newstrom, L. E., Frankie, G. W., Baker, H. G. 1994. A new classification for plant phenological based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at la selva, Costa Rica. *Biotrópica* 26 (2):141-159.
- Freitas, B. M., Oliveira Filho, J. H. 2003. Ninhos racionais para mamangava (*Xylocopa frontalis*) na polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) *Ciência Rural*, Santa Maria, 33(6):1135-1139.
- Gaglianone, M.C. 2005. Bionomia de *Epicharis*, associações com Malpighiaceae e uma análise filogenética e biogeográfica das espécies dos subgêneros *Epicharis* e *Epicharana* (Hymenoptera, Apidae, Centridini). Tese de Doutorado, USP Riberão Preto SP.pp:1-131.
- Gaglianone, M.C. 2006. Polinizadores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) no Norte Fluminense, RJ. Relatório Técnico. Convênio 0115-00/04.
- García, M. T. A. & Hoc, P. S. 1998. Biologia floral de *Passiflora foetida* (Passifloraceae). *Rev. Biol. Trop.*,46(2): 191-202.
- Gentry, A. H. 1974. Flowering Phenology and Diversity in Tropical Bignoniaceae. *Biotrópica*. 6(1): 64-68.

- Gerling, D.; Velthuis, H. H. W., Hefetz, A. 1989. Bionomics of the large carpenter bees of the genus *Xylocopa*. *Ann. Rev Entomol.* 34:163-90.
- Ghazoul, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *TRENDS in Ecology and Evolution* 20 (7): 367-373.
- Gottsberger, G., Camargo, J.M.F., Gottsberger, I.S..1988. A bee-pollinated tropical community: The beach dune vegetation of ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Bot. Jahrb. Syst.*109(4):469-500.
- Heinrich, B.1974. Bee flowers: A hypothesis on flower variety and blooming times. *Evolution* 29:325-334
- Hoffmann, M. Pereira, T. N. S., Mercadante, M. B., Gomes, A. R. 2000. Polinização de *Passiflora edulis f. flavicarpa* (Passiflorales, Passifloraceae), por abelhas (Hymenoptera, Anthophoridae) em Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. *Iheringia, Ser. Zool., Porto Alegre, (89): 149-152.*
- Hora, R. C., Soares, J. J.2002. Estrutura fitossociológica da comunidade de lianas em uma floresta estacional semidecidual na Fazenda Canchim, São Carlos, SP. *Revista Brasil. Bot* 25 (3): 323-329.
- Jansen, D. H. 1968. Reproductive behaviour in the Passifloraceae and some of its pollinators in the Central America. *Behaviour.*32:33-48.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant Microtechnique*. Led., Mcgraw-Hill Book Company, New York. 523pp.
- Kay, E. 2001.Observations on the pollination of *Passiflora peduliflora*. *Biotropica* 33(4): 709-713
- Koschnitzke, C. & Sazima, M. 1997. Biologia Floral de cinco espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) em mata semidecídua. *Rev. Bras. de Bot. São Paulo.* 20(2):19-126.

- Kremen, C. 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters* 8: 468–479.
- Leone, N. R. F. M..1990. Polinização do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em Araguari-MG. Tese de mestrado apresentada a Universidade Federal de Viçosa.
- Levin, D. A.1971. The origin of reproductive isolating mechanisms in flowering plants. *Taxon* 20(1): 91-113.
- Machado, I. C. & Sazima, M.1995. Biologia da Polinização e Pilhagem por beija-flores em *Ruellia asperula* Lindau (Acanthaceae) na caatinga, nordeste brasileiro. *Revta Brasil. Bot.*, São Paulo, 18 (1):27-33.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press.
- Menezes, G. B., Gaglianone, M. C. 2005. Síndromes de Polinização em Remanescentes de Mata de Tabuleiro no Norte Fluminense. 56° Congresso Nacional de Botânica. Conservação da Flora Brasileira. Curitiba, PR.
- Morellato, L.P.C. & Leitão Filho, H.F. 1996. Reproductive phenology of climbers in a Southeastern Brazilian forest. *Biotropica* 28:180-191.
- Morellato, L.P.C., Rodrigues R. R., Leitão Filho, H.F., Joly, C. A. 1989. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua na Serra do Japi, Jundiaí, São Paulo. *Revta Brasil. Bot.* 12:85-98.
- Ratchcke, B.1983. Competition and facilitation among plants for pollination. *Pollination Biology*. Academic Press, INC.
- Ratchcke, B., Lacey, E. P. Fenological patterns of terrestrial plants. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*16:179-214.

- Resende, A. A., Ranga, N. T. 2005. Lianas da Estação Ecológica do Noroeste Paulista, São José do Rio Preto/Mirassol, SP, Brasil. *Acta bot. bras.* 19(2): 273-279.
- Richards, A. J. 1986. *Plant Breeding Systems*. Georg Allen & Unwin Ltd., London, UK. 529pp
- Richardson, S. C. 2004. Are nectar-robbers mutualists or antagonists? *Oecologia* 139:246-254.
- Rizzini, C. T. 1979. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. V. 2. Aspectos ecológicos. Hucitec/ Edusp, São Paulo.
- ROUBIK, D.W. 1989. *Ecology and Natural history of the tropical bees*. Cambridge, University. 514pp.
- Ruggiero, C. 1973. Estudo sobre floração e polinização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Jaboticabal, FCAV, 92p (Tese de doutorado).
- Ruggiero, C., Sanchez, A. L., Miguel, S. 1975. Estudo da incompatibilidade em flores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). *Anais do III Congresso Brasileiro de Fruticultura*. p:491.
- Ruggiero, C., Sanchez, A. L. 1977. Estudo sobre auto-polinização, desenvolvimento do ovário e curvatura dos estiletes em flores de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). *Anais do IV Congresso Brasileiro de Fruticultura*. p:257.
- Ruggiero, C. 1980. Alguns fatores que podem influir na frutificação do maracujazeiro. *Cultura do maracujazeiro*, Jaboticabal, FCAV, p.55.
- Ruggiero, C., São José, A. R., Volpe, C. A., Oliveira, J. C., Durigan, J. F., Baumgartner, J. G., Silva, J. R., Nakamura, K., Ferreira, M. E., Kavati, R., Pereira, V. P. 1996. *Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção*. Brasília: EMBRAPA- SPI, 64p.

- Sacco, J. C. 1980: Passifloráceas. In: Reitz, R. (ed.), Flora ilustrada Catarinense-Itajaí: Herb. "Barbosa Rodrigues".
- Sazima, M., Sazima, I. 1978. Bat Pollination of the Passion Flower, *Passiflora mucronata*, in Southeastern Brazil. *Biotropica*. 10 (2): 100-109
- Sazima, I.; Sazima, 1989. M. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para polinização do maracujá (Passifloraceae). *Rev. Bras. de Entomol.*, São Paulo, v.33, n.1, p.109-118.
- Schindwein, C., Schlumpberger, B., Wittmann, D., Moure, J. S. 2003. O gênero *Xylocopa* Latreille no Rio Grande do Sul, Brasil (Hymenoptera, Anthophoridae) *Revista Brasileira de Entomologia* 47(1): 107-118.
- Senbeta, F., Schmitt, C., Denich M., Demissew S., Vlek P. L. G., Preisinger H., Woldemariam T., Teketay D. 2005 The diversity and distributions of lianas in the Afromontaine rais forests of Ethiopia. *Diversity and Distributions*. 11:443-452.
- Silva, G. C.; Nascimento, M. T. 2001. Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiro no Norte do Estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). *Rev. Bras de Bot. SP*, V. 24, N. 1, p. 51-62.
- Simson, B. B. & Neff, J. L. 1981. Floral Rewards: Alternatives to pollen and nectar. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 68: 301-322.
- Sousa, P. J. S. 1994. Classificação botânica do maracujazeiro. Polinização em maracujazeiro. In: São José, A. R. ed. *Maracujá, produção e mercado*. Vitória da Conquista, DFZ/UESB. P.65-70.
- Souza, V. C.; Lorenzi, H. 2005. Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. *Botânica Sistemática*.

- Talora, D. C., Morellato, P. C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista brasileira de Botânica*, São Paulo. 23(1):13-26.
- Teixeira, C. G. 1994 Cultura. *In: Maracujá: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.1-25.
- Thorp, R. W. 2000. The collection of pollen by bees. *Plant. Syst. Evol. Springer*. 222: 211-223.
- Udulutsch, R.G., Assis, M. A., Picchi, D. G. 2004. Florística de trepadeiras numa floresta estacional semidecídua, Rio Claro - Araras, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, V.27, n.1, p.125-134.
- Vallini, P. C., Sanchez A. L., Ruggiero, C. Ferreira, F. R. 1976. Studies on the flowering period of Yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) in the region of Jaboticabal, São Paulo. *Acta Horticulturae*. 57:233-236.
- Vamosi, J. C., Knight T. M., Steets J. A, Mazer, S. J., Burd, M., Ashman T. 2006. Pollination decays in biodiversity hotspots. *PNAS*. V. 103, n. 4, p. 956-961.
- Varassin, I. G.; Trigo, J. R.; Sazima, M. 2001. The role of nectar production, flower pigments and odour in the pollination of four species of *Passiflora* (Passifloraceae) in south-eastern Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society* 136: 139-152.
- Varassin, I. G. Silva, A.G. 1999. A Melitofilia em *Passiflora alata* Dryander (Passifloraceae), em Vegetação de Restinga. *Rodriguesia* 50 (76/77): 5-17.
- Veloso, H. P., Rangel Filho, A. L. R., Lima, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais-DERNA.

- Vogel, S. 1983. Ecophysiology of zoophylic pollination. In: Lange, O. L.; Nobel, P. S.; Osmond, C. B. & Ziegler, H. (eds.) *Physiol. Plant Ecol.* III. Springer-Verlag, Berlin, 560-624.
- Waddington, K. D. 1983. Foraging Behavior of Pollinators. *Pollination Biology*. Chapter 9:213-239.
- Webb, C. J. & Lloyd, D. G. 1986. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms II. Heterostyly. *New Zealand Journal of Botany*. Vol. 24: 163-178.
- Zeisler, M. 1938. Ueber die Abgrenzung der eigentlichen Narbenflaeche mit der Hilfe von Reaktionen. *Beih. Bot. Zbl.*, 58:308-318.