

JOICELENE REGINA LIMA DA PAZ

**Biologia floral e polinização diurna e noturna de
Ipomoea carnea subsp. *fistulosa* (Mart. ex Choisy) D.F.
Austin (Convolvulaceae) em uma área antropizada no
semi-árido da Bahia, Brasil**



FEIRA DE SANTANA – BA

2011



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA



Biologia floral e polinização diurna e noturna de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Mart. ex Choisy) D.F. Austin (Convolvulaceae) em uma área antropizada no semi-árido da Bahia, Brasil

JOICELENE REGINA LIMA DA PAZ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do título de *Mestre em Botânica*.

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. MIRIAM GIMENES (UEFS)

FEIRA DE SANTANA – BA

2011

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central Julieta Carteadó - UEFS

Paz, Joicelele Regina Lima da
P368b Biologia floral e polinização diurna e noturna de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Mart. ex Choisy) D.F. Austin (Convolvulaceae) em uma área antropizada no semi-árido da Bahia, Brasil / Joicelele Regina Lima da Paz. – Feira de Santana - BA, 2011.
xiv, 35 f. : il.

Orientadora: Miriam Gimenes

Dissertação (Mestrado em Ciências - Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Botânica, 2011.

I. Apoidea. 2. Convolvulaceae. 3. Falenofilia. 4. Melitofilia. 5. Sphingidae. I. Gimenes, Miriam. II. Universidade Estadual de Feira de Santana. III. Departamento de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 582.942

DEFESA DE DISSERTAÇÃO

CANDIDATA: Joicelene Regina Lima da Paz

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "Polinização diurna e noturna em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Mart. ex Choisy) D. F. Austin (Convolvulaceae) em uma área antropizada no semiárido da Bahia, Brasil ."

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Raquel Perez Maluf
(Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB)



Prof. Dr. Edinaldo Luz das Neves
(Centro Universitário Jorge Amado/UNIJORGE)



Profa. Dra. Miriam Gimenes
(Universidade Estadual de Feira de Santana/UEFS)
Orientadora e Presidente da Banca

**Feira de Santana – BA
2011**

Dedico aos meus pais por tudo e sempre.

Nada se assemelha à alma como a abelha.
Esta voa de flor para flor, aquela de estrela para estrela.
A abelha traz o mel, como a alma traz a luz.
(Victor Hugo)

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são em minha opinião, uma das partes mais importantes de um trabalho. Unicamente sendo gratos é que aprendemos a reconhecer o valor do trabalho e da ajuda do outro e o do nosso próprio trabalho. Agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a realização desta dissertação, especialmente, às seguintes pessoas e instituições:

À minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Miriam Gimenes pela orientação, amizade, estímulos e apoio constantes. Obrigada por acreditar e confiar no meu potencial, pela sua sinceridade, delicadeza, ensinamentos, companhia e paciência ao longo desses nossos dois anos de convivência.

À minha “co-orientadora” Prof^ª. Dr^ª. Camila Magalhães Pigozzo (eternamente “minha pró”) pelo apoio estatístico e pela oportunidade de quase quatro anos de orientação (e co-orientação) regados de confiança, carinho, amizade, compreensão, paciência e incentivo ao longo desses anos de convivência e parceria.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela bolsa de estudo concedida.

À Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS/BA), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPG/Bot) pela formação acadêmica concedida.

Ao Prof^º. Dr. Flávio França (UEFS) pelas informações a cerca das espécies de Convolvulaceae no *Campus* da UEFS. À Prof^ª Dr^ª. Rosângela Simão Bianchini (USP/SP) pela identificação e confirmação das espécies vegetais.

À Prof^ª. Dr^ª. Favízia Freitas de Oliveira (UFBA/BA) pela identificação dos himenópteros. Ao biólogo Thiago Mahlmann Vitoriano Lopes Muniz (INPA/AM) pela identificação em conjunto das abelhas do gênero *Ceratina* (*Calloceratina*) spp. Aos demais estagiários do BIOSIS (UFBA) pela ajuda e presteza com o material biológico.

Aos vários taxonomistas pela identificação dos lepidópteros: Prof^º. Dr. André Victor Lucci Freitas (UNICAMP/SP), Prof^ª. Msc. Catarina da Silva Motta (INPA/AM), Prof^º. Dr. José Araújo Duarte Júnior (UFPE/PE), Prof^º. Dr. Vitor Osmar Becker (UNB/DF) e à bióloga Thamara Zacca Bispo Taumaturgo (UEFS/BA).

Ao Prof^º. Dr. Carlos José Einicker Lamas (MZUSP/SP) e ao Msc. Ivan Farias Castro (UEFS/BA) pela identificação das espécies de Diptera. À Prof^ª. Dr^ª. Priscila Paixão Lopes (UEFS/BA) pela identificação dos coleópteros.

Ao curador do Museu de Zoologia da UEFS Prof^º. Dr. Freddy Ruben Bravo Quijano pelo acesso à coleção. E aos funcionários do Herbário da UEFS pelo auxílio com o material botânico.

À Dr^ª. Rosângela Leal Santos da Estação Climatológica da UEFS, pela disponibilidade dos dados climatológicos da área de estudo.

Aos meus vários ajudantes de campo da UEFS e também de outras universidades da Bahia: Wagner Silva, Mônica Abreu, Diego Brito, Paulo Victor, Murilo Dantas, Clarissa Cunha, Laene Araújo, Vanessa Lima, Diógenes Cordeiro, Vânia Lacerda, Danielli Wendy, Camilla Reis, Maurício Ádames, Juliana Jesus, Júlia Perreli, Vanessa Ramos, Nelis Cruz, Quésia Trindade, Arilson Reis, Vinícius Magalhães, Cristiane Cardoso, Mardson Araújo; e familiares: Cintia Reis e Aline Lima. Com certeza teria sido mais difícil sem vocês!

Ao Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE), representado pelo coordenador do curso de Ciências Biológicas, Prof^o. Dr^o Edinaldo Luz das Neves pelos empréstimos de materiais bioquímicos e demais instrumentos. À Dr^a. Maria Augusta Andrade, Clarissa Cunha, Cristiane Cardoso e Antônio de Jesus pela colaboração dos empréstimos e doações de seringas de vidros para a coleta dos lepidópteros noturnos.

Aos meus queridos Professores do mestrado pelas ricas trocas de informações e experiências nas disciplinas. Aos meus estimados colegas e amigos da pós-graduação pelo apoio e companheirismo ao longo deste período.

Aos meus companheiros e professores do Laboratório de Entomologia (LENT) pela recepção e companhia durante todo o meu período com vocês, e por tornarem os meus dias mais alegres e menos solitários.

Ao Seu Virgílio e a Dona Zezé por toda preocupação e disponibilidade de infraestrutura. Aos funcionários da UEFS pela ajuda e colaboração ao longo do trabalho.

Aos meus queridos amigos por fazerem me sentir querida durante todo este tempo. Valeu pela torcida!

Aos meus queridos pais Jorge e Kathilene Paz por todo o amor e dedicação. À minha querida avó Marlene de Nazaré por se constituir uma pessoa bela e admirável em essência. À minha irmã Marília Paz e aos meus demais familiares por alicerçarem tudo em minha vida.

Ao meu namorado Wagner Silva (“filho”) por fazer parte da minha vida em toda sua plenitude, inclusive de todas as etapas vivenciadas ao longo do mestrado (... “pareço contigo normal e do avesso”...).

A todos que participaram direta ou indiretamente deste estudo, ou torceram por mim, os meus sinceros agradecimentos...

... Muito Obrigada! ★

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE APÊNDICES.....	xi
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	2
RESULTADOS.....	5
DISCUSSÃO.....	17
AGRADECIMENTOS.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
APÊNDICES.....	31
ANEXOS – Normas da Acta Botanica Brasilica (Submetido).....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Valores de precipitação, médias de umidade relativa e temperatura, entre os meses de setembro/2009 a agosto/2010 no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) (BA). Fonte: Estação Climatológica da UEFS.

Figura 02 – Número total de flores abertas ao longo do dia e dos meses em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Figura 03 – Número total de indivíduos coletados visitantes florais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) e número de flores abertas no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Figura 04 – Atividade diária total dos principais visitantes florais de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010, no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios dos horários de abertura e fechamento das flores matutinas e dos fatores meteorológicos e ambientais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Tabela 2 - Valores médios dos horários de abertura e fechamento das flores vespertinas e dos fatores meteorológicos e ambientais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Tabela 3 - Valores médios dos horários de abertura e fechamento das flores noturnas e dos fatores meteorológicos e ambientais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Tabela 4 - Resultados dos experimentos de biologia reprodutiva realizados em flores de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA).

Tabela 5 – Visitantes florais, frequência relativa das espécies, hábito e recurso coletado em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010. (Porte: G = grande, MR = médio robusto, MI = médio intermediário, MP = médio pequeno, P = pequeno; Constância (C): w = constante, y = acessória, z = acidental).

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 – Indivíduo florido de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), na área de estudo, às margens da estrada secundária, no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA).

Apêndice 2 – Aspecto geral da área em estudo destacando a população em estudo de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) disposta em ambos os lados das margens da estrada secundária, no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Apêndice 3 – **a.** Aspecto geral do fragmento de vegetação original presente na área de estudo, notar a presença de caatinga arbórea no horizonte. **b.** Presença do cultivo de plantas introduzidas, invasoras e ornamentais no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Apêndice 4 - *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae). **a.** Flor aberta, atrás a flor em perfil, notar a tubo floral. **b.** Flor do tipo infundibiliforme, com o tubo floral mais estreito na base e mais largo no ápice. **c.** Fruto em forma de cápsula, seco pronto para a dispersão. **d.** Cápsula seca aberta, sem semente.

Apêndice 5 – Nectários nupciais e extra-nupciais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae). **a.** Duas estruturas secretoras de extra-nupciais na face abaxial das folhas. **b.** Cinco estruturas secretoras extra-nupciais na base do cálice das flores e botões florais. **c.** Presença de nectário nupcial intrafloral, ao redor do ovário, na base da flor. Notar a presença de estames heterodínamos próximos entre si e ao estigma da flor.

Apêndice 6 – Sequência do desenvolvimento da flor de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), de botão em pré-antese até a senescência completa da flor.

Apêndice 7 – Número total de visitas e atividade diária das principais espécies de visitantes florais de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Apêndice 8 – Número total de visitas por mês das principais espécies de visitantes florais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Apêndice 9 - Visitantes florais de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010, no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana. **a.** e **b.** *Melitoma* aff. *segmentaria* (Fabricius, 1804) após a coleta de néctar, notar a presença de pólen na região ventral. **c.** *Melitoma* aff. *segmentaria* “parada” nas flores durante a tarde. **d.** *Melitomella* sp. deixando a flor após a coleta de néctar. **e.** *Apis mellifera* (Lepeletier, 1836) após a saída da flor, notar a presença de pólen na cabeça e no tórax. **f.** *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) abandonando a flor após a coleta de néctar. **g.** e **h.** *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *grisescens* (Lepeletier, 1841) chegando à flor e na seqüência coletando néctar. **i.** *Diabrotica speciosa* cf. (Germar, 1824) após coleta de néctar, eventualmente apresentando grãos de pólen aderidos na antena do animal. Foto: Maurício Ádames. **j.** *Nyctelius nyctelius* (Latreille, 1824) coletando néctar. Foto: Clarissa Cunha. **k.** *Phoebis sennae* (Linnaeus, 1758) coletando néctar. Foto: Maurício Ádames. **l.** *Battus polydamas* (Linnaeus, 1758) coletando néctar. Foto: Maurício Ádames.

RESUMO – (Biologia floral e polinização diurna e noturna de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Mart. ex Choisy) D.F. Austin (Convolvulaceae) em uma área antropizada no semi-árido da Bahia, Brasil) – Flores de *Ipomoea* são caracterizadas principalmente por serem efêmeras e vistosas, atraindo muitos visitantes florais pertencentes a grupos taxonômicos diferentes, estando geralmente sincronizados com os horários de abertura e fechamento das flores. Neste trabalho tivemos como proposta relacionar os aspectos da floração, morfologia e biologia floral de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* com a dinâmica dos visitantes florais e os fatores meteorológicos e ambientais, com ênfase nos aspectos temporais e comportamentais, em diferentes meses do ano, em uma área antropizada do semi-árido da Bahia. Foram realizadas observações mensais, durante três dias inteiros (72 h), entre outubro/09 e agosto/10, no *Campus* da UEFS (BA) para investigação da morfologia e biologia floral, sistema reprodutivo, aspectos da floração e coleta de visitantes florais. O florescimento desta planta ocorreu durante todos os meses, sendo que os indivíduos apresentaram flores que abriam em três turnos, de manhã, à tarde e à noite, com longevidade de 11, 19 e 16 horas, respectivamente. Esta espécie é auto-incompatível e as flores foram visitadas predominantemente por abelhas e mariposas e apresentaram características morfológicas comuns às síndromes de melitofilia e falenofilia. A coloração vistosa rosa-magenta das flores atrairia as abelhas e o forte odor adocicado durante à noite, atrairia as mariposas. As abelhas *Apis mellifera*, *Melitoma* aff. *segmentaria* e *Pseudoaeghlcora pandora* foram consideradas os polinizadores potenciais diurnos e a mariposa esfingídeo *Agrius cingulata* o potencial polinizador noturno. A exposição das flores por 24 horas, atraindo visitantes diurnos e noturnos, aumentaria as chances de polinização, especialmente em plantas ruderais e invasoras como *I. carnea* subsp. *fistulosa*.

Palavras-chave: Apoidea, atividade diária, falenofilia, melitofilia, Sphingidae.

ABSTRACT - (Floral biology and diurnal and nocturnal pollination of *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Mart. ex Choisy) D.F. Austin (Convolvulaceae) in an anthropic area in the semi-arid region of the state of Bahia, Brazil) - Flowers of *Ipomoea* are characterized mainly by be ephemeral and showy, attracting a lot floral visitors belong to different taxonomic groups and are generally synchronized with the times of opening and closing of flowers. In this study we proposing to relate aspects of flowering, morphology and floral biology of *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* with the dynamics of the pollinators and the meteorological and environmental factors, with emphasis on temporal and behavioral aspects in different months of the year, in an anthropic area of the Bahia semi-arid. Monthly observations were made for three days (72 h), between October/09 and August/10 on the Campus of UEFS (BA), to investigate the morphology and floral biology, reproductive system, aspects of flowering and collects of floral visitors. The flowering of this plant occurred during all months, when the individuals produced flowers that opened during the three periods of the day, morning, afternoon and evening, with a longevity of 11, 19 and 16 hours respectively. This species is self-incompatible and the flowers were visited predominantly by bees and moths presenting morphological traits common to the syndromes melittophily and phalaenophily. The conspicuous pink color of the flowers attracts the bees and the strong sweet scent during the evening attracts the moths. The bees *Apis mellifera*, *Melitoma* aff. *segmentaria*, *Pseudoaughlcora pandora* were considered the potential diurnal pollinators and the hawkmoths *Agrius cingulata* the potential night pollinator. The exhibition of the flowers for 24 hours, attracting visitors day and night, increases the chances of pollination, especially in ruderal and weedy species as *I. carnea* subsp. *fistulosa*.

Key-words: Apoidea, daily activity, melittophily, phalaenophily, Sphingidae.

Introdução

Convolvulaceae é uma família monofilética, amplamente distribuída, incluindo aproximadamente 55 gêneros e 1.930 espécies (Juddy *et al.* 2009), sendo que destes, 18 gêneros e cerca de 340 espécies, ocorrem no Brasil (Simão-Bianchini & Ferreira 2010), com representantes em vários tipos vegetacionais, sendo predominantes em ambientes de áreas abertas como Cerrado e Caatinga (Junqueira & Simão-Bianchini 2006). *Ipomoea* L. é o maior gênero, com 600 espécies (Juddy *et al.* 2009), com cerca de 140 espécies que ocorrem no país (Simão-Bianchini & Pirani 2005).

Algumas espécies de *Ipomoea* são ruderais e de ampla distribuição, como *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* Mart. ex Choisy D.F. Austin (Antoniassi *et al.* 2007). Esta espécie é um arbusto perene, muito comum no Brasil devido ao seu cultivo como planta ornamental, sendo nativa da América do Sul, e ocorrendo em grande quantidade na região do Pantanal Mato-grossense (Antoniassi *et al.* 2007) e em áreas de Caatinga (Milet-Pinheiro & Schlindwein 2008), apresentando grande importância veterinária, principalmente para as criações de caprinos, sendo tóxica se ingerida (Oliveira *et al.* 2009).

Os representantes do gênero *Ipomoea* apresentam flores efêmeras, abrindo geralmente no início da manhã e fechando ao final da manhã ou à tarde (Piedade 1998; Maimoni-Rodella & Yanagizawa 2007), com longevidade floral inferior a 12 horas, embora o grupo também apresente espécies com flores abrindo no final da tarde e início da noite, com duração aproximada de 12 horas (Galletto & Bernadello 2004; McMullen 2009).

Os horários de abertura das flores estão geralmente relacionados aos hábitos dos potenciais polinizadores, assim como várias características morfológicas tais como, forma, tamanho, disposição, cor e odor das flores. Geralmente, as flores de *Ipomoea* são coloridas, vistosas e muito atrativas a diversos grupos de insetos (Judy *et al.* 2009), oferecendo néctar e pólen como recompensa aos seus visitantes. As espécies de *Ipomoea* que abrem à noite podem ser polinizadas por mariposas (Galletto & Bernardello 2004; McMullen 2009), enquanto que as que abrem durante o dia são polinizadas por beija-flores e borboletas (Machado & Sazima 1987) e principalmente por abelhas (Piedade 1998).

Muitas espécies do gênero *Ipomoea* apresentam flores polinizadas por abelhas (Piedade 1998; Maimoni-Rodella & Yanagizawa 2007), sendo estes visitantes geralmente associados aos horários de abertura das flores. Gottsberger *et al.* (1988) observaram em duas espécies de *Ipomoea* em dunas arenosas no Maranhão e Piedade (1998) em cinco espécies deste gênero na Caatinga de Pernambuco que as flores abriam de manhã cedo,

exibiam características melitófilas e foram polinizadas por várias espécies de abelhas poliléticas. McMullen (2009) observou em Galápagos que as flores de *Ipomoea habeliana* Oliver abriam no final da tarde, e fechavam no início da manhã seguinte, e apesar de vários grupos diferentes de insetos visitarem as flores, apenas *Agrius cingulata* (Fabricius, 1775) (= *A. cingulatus*) (Lepidoptera, Sphingidae) foi o polinizador efetivo.

Características da biologia floral, tais como longevidade floral, horário de abertura da flor e disponibilidade de recursos pode influenciar as atividades dos visitantes florais. Além disso, as interações planta-polinizador podem ser sincronizadas pelos ritmos diários dos visitantes e horários de abertura das flores, ou horários da disponibilidade dos recursos florais. Desta forma, a “vantagem seletiva” da sincronização para ambos os organismos está na coincidência dos horários das atividades dos visitantes com o momento de abertura floral (Gimenes *et al.* 1993), ou com a maior disponibilidade de pólen (Gimenes 1996), ou maior volume de néctar (Raguso *et al.* 2003) ou ainda com o horário da liberação de compostos voláteis (Hoballah *et al.* 2005).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi relacionar os aspectos da floração, morfologia e biologia floral de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* com a dinâmica dos visitantes florais e os fatores meteorológicos e ambientais, em diferentes meses do ano, em uma área antropizada do semi-árido da Bahia, com ênfase nos aspectos temporais e comportamentais.

Material e Métodos

O estudo foi realizado entre outubro de 2009 a agosto de 2010, mensalmente, durante três dias inteiros (72 h) em indivíduos de *I. carnea* subsp. *fistulosa* selecionados em uma sub-área com 90 m de comprimento x 10 m de largura (900 m²), dispostos ao longo das margens da estrada secundária do *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) (12°11'56.3''S, 38°58'07.6''W), em Feira de Santana (BA), Brasil (Apêndice 1 e 2). O clima da área é seco/subúmido, com temperatura média anual de 24°C (Diniz *et al.* 2008) e pluviosidade de 848 mm anuais. A vegetação original é típica de caatinga, mas atualmente apresenta plantas introduzidas e invasoras (Santana & Santos 1999) (Apêndice 3).

Os dados microclimáticos de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos através de termohigrômetro digital fixado a 1,5 m acima do solo, e os dados referentes à

intensidade luminosa (iluminância) foram mensurados com luxímetro, em intervalos de 30 minutos, durante as observações de campo. Os dados macrometeorológicos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura média e umidade relativa foram obtidos na Estação Climatológica da UEFS. Os meses de abril e julho/2010 foram os mais chuvosos enquanto que os meses de setembro, outubro/09 e fevereiro/10 os mais secos (Fig. 1).

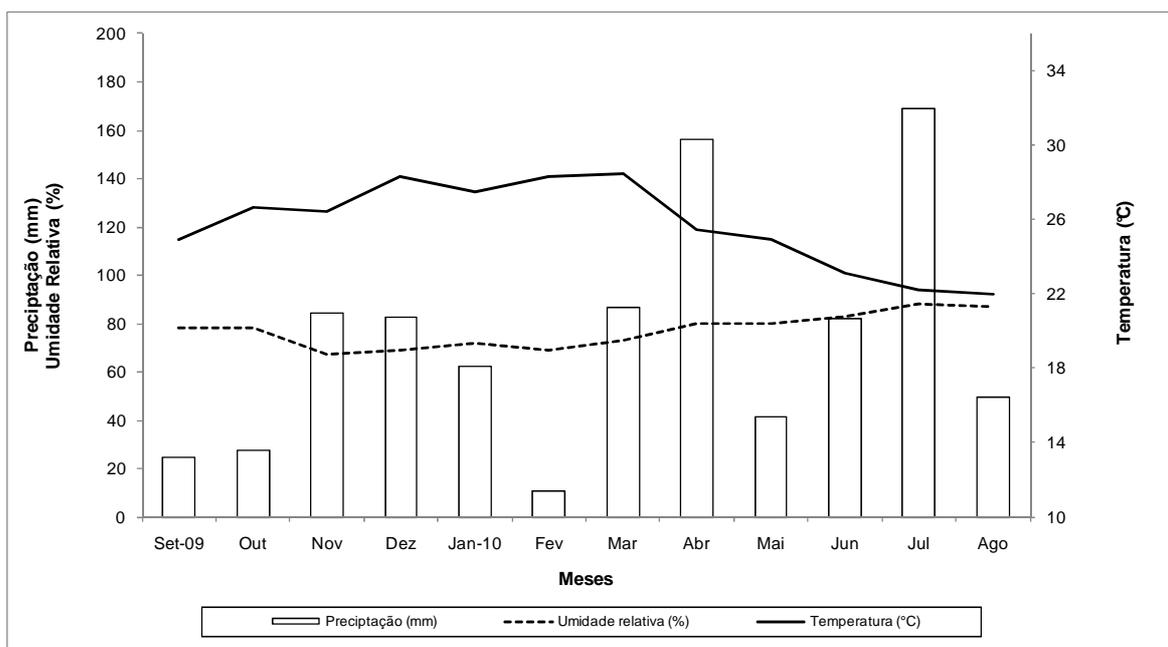


Figura 1 - Valores de precipitação, médias de umidade relativa e temperatura, entre os meses de setembro/2009 a agosto/2010 no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) (BA). Fonte: Estação Climatológica da UEFS.

Para o estudo da morfologia floral foram feitas medidas do tamanho das estruturas reprodutivas das flores e do comprimento e diâmetro da corola ao longo do dia. O tamanho das flores foi classificado de acordo com Machado & Lopes (2004). A cor da flor, a localização e o tipo de recurso floral oferecido aos visitantes foram registrados. A tipificação da forma floral seguiu Vidal & Vidal (2000). A presença de osmóforos foi verificada a partir da imersão de flores em solução de vermelho neutro (1%) durante 15 minutos (Dafni *et al.* 2005). A detecção de pigmentos que refletem o ultravioleta foi observada a partir da exposição de flores ao vapor de hidróxido de amônia (PA) durante 20 segundos (Scogin *et al.* 1977). A identificação do odor floral foi realizada através do acondicionamento de flores frescas em recipiente fechado, aberto após uma hora (Piedade

1998). Para cada um dos procedimentos foram utilizadas 10 flores de cada turno de abertura.

Foram feitos registros mensais dos horários de abertura, fechamento e duração das flores, e início da disponibilidade de pólen, durante três dias completos em 10 flores. A receptividade estigmática foi determinada a partir da imersão de pistilos florais ($n = 10$) em placa de Petri contendo peróxido de hidrogênio (H_2O_2), desde a fase de botão em pré-antese a cada intervalo de hora, durante toda a duração da flor (Dafni *et al.* 2005).

Para análise do sistema reprodutivo foram realizados testes de autopolinização espontânea e manual, apomixia e polinização cruzada manual. Em cada tratamento foram utilizados 15 botões em pré-antese previamente ensacados. No tratamento controle 46 botões em pré-antese foram apenas marcados e as flores acompanhadas durante toda sua duração. Também foi realizado um segundo controle (em outubro/10), onde para exclusão dos visitantes noturnos, as flores ($n = 18$) permaneciam abertas das 5:00 h às 17:00 h e ensacadas das 17:00 às 5:00 h, enquanto que para a exclusão dos visitantes diurnos, as flores ($n = 22$) foram mantidas abertas das 17:00 às 5:00 h e ensacadas no intervalo oposto. Todos os tratamentos foram acompanhados até a formação dos frutos.

Dados qualitativos (presença e ausência de flores) e quantitativos (contagem total do número de flores abertas) foram obtidos a cada mês, em 17 indivíduos selecionados, ao longo do dia: pela manhã, tarde e noite. A sincronia da floração foi estimada mensalmente a partir da fórmula: $S = i / n$, onde S é o sincronismo da floração, i é o número de indivíduos apresentando flores e n é o número total de indivíduos da amostra (adaptado de Bencke & Morellato 2002). Para a análise da correlação entre as variáveis meteorológicas e o número de flores foi utilizado o Teste de Correlação Simples no programa SPSS 8.0 *for Windows Student*, aplicando-se a correção de Bonferroni ($p > 0,01$).

Os visitantes florais foram coletados e observados por dois coletores, de outubro de 2009 a agosto de 2010 (exceto em dezembro/09) mensalmente, durante três dias completos (sendo dois para coleta e um para observação do comportamento e contagem do número de visitas nas flores), em dois intervalos de 15 minutos, durante cada hora de observação, totalizando assim 360 h (sendo 240 h para coleta e 120 h para observação). Para a visibilidade durante as coletas noturnas foi utilizada a iluminação artificial de um poste localizado de 10 a 20 metros das plantas observadas (intensidade luminosa < 1 lux). Foram considerados visitantes todos os animais que coletavam algum tipo de recurso nas flores. Para as análises das atividades diárias foi considerado o número de visitas das espécies mais abundantes e constantes nas flores. Para os indivíduos de Halictidae foi considerada a

família, pela dificuldade de identificação nas flores. Com base nos critérios de abundância, atividade diária, dimensão corporal compatíveis com as dimensões florais e contato com as estruturas reprodutivas da planta foram aferidos os potenciais polinizadores.

Para a classificação do porte corporal dos visitantes (em média 10 indivíduos) foram utilizadas as categorias de Viana & Kleinert (2005). A constância das espécies foi calculada através da fórmula $C = \text{n}^\circ \text{ de meses em que a espécie X foi coletada} / \text{n}^\circ \text{ total de meses de coleta} \times 100$, e classificadas em $w = \text{constante (} C > 50\%)$, $y = \text{acessória (} C \text{ entre } 25 \text{ e } 50\%)$ e $z = \text{acidental (} C < 25\%)$ (adaptado de Thomazini & Thomazini 2002). Para a análise da normalidade dos dados foi utilizado o Teste Kolmogorov-Smirnov no programa SPSS 8.0 *for Windows*. Na análise de correlação entre o número de indivíduos coletados e o número de flores abertas, e entre as variáveis meteorológicas e o número de indivíduos coletados foi utilizado o Teste de Correlação de Spearman.

Os espécimes testemunhos dos visitantes coletados encontram-se depositados na coleção entomológica Prof^o. Johann Becker do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana. O material botânico testemunho encontra-se depositado no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS 159.601) e da Universidade de São Paulo (SPF 420.333).

Resultados

Ipomoea carnea subsp. *fistulosa*

Ipomoea carnea subsp. *fistulosa* é um arbusto com cerca de dois metros de altura. A espécie apresenta flores axilares, dispostas em inflorescências do tipo cimeira simples, variando de uma a seis flores abertas por dia, e de cinco a trinta botões florais, em distintos estágios de desenvolvimento. As flores são actinomorfas, gamopétalas, tipo infundibiliforme e exibem cor variando entre rosa-magenta e púrpura (Apêndice 4). As flores são muito grandes, com a corola apresentando $88,6 \pm 6,2$ mm de diâmetro e $79,1 \pm 4,2$ mm de comprimento (da base do tubo até o ápice da pétala), sendo que o tubo floral apresenta $13,4 \pm 1,4$ mm de largura máxima e $9,5 \pm 0,7$ mm de largura mínima e $33,4 \pm 2,1$ mm de comprimento.

As flores são bissexuadas, com o androceu constituído por cinco estames brancos, epipétalos, com tricomas na base, heterodínamos, sendo um estame superior ($38,9 \pm 1,6$ mm), três inferiores ($29,5 \pm 1,3$ mm) e um intermediário ($33,8 \pm 1,4$ mm), ao mesmo nível

do estigma. As anteras são brancas, bitecas, com deiscência rimosa e medem $6,9 \pm 0,3$ mm de comprimento. O estigma é bilobado com $18,8 \pm 2,6$ mm de comprimento. O nectário nupcial está localizado ao redor do ovário. Nesta planta também ocorrem nectários extranupciais, sendo dois na face abaxial das folhas, e cinco na base das sépalas de flores e nos botões (Apêndice 5). Foram detectados osmóforos localizados na face interna do tubo da corola e pigmentos que refletem a luz ultravioleta na corola. O fruto é uma cápsula seca, com sépalas persistentes (Apêndice 4).

O processo de abertura das flores é contínuo e inicia-se com o descontorcimento lento e gradual das bordas da corola, até a flor apresentar-se completamente aberta, com a exposição total das estruturas reprodutivas. A senescência floral inicia-se com o progressivo enrugamento das pétalas e o fechamento completo da flor (Apêndice 6). As flores apresentaram três turnos de abertura em diferentes momentos do dia: manhã, tarde e noite (Tab. 1, 2 e 3) e também exibiram longevidade floral distinta em relação aos três turnos de abertura. Verifica-se a sobreposição de flores em diferentes estágios de vida, em um mesmo indivíduo ao longo do dia. De forma geral, houve pouca variação entre os horários de abertura, de fechamento e de longevidade das flores dos três turnos, nos diferentes meses do estudo.

Tabela 1 – Valores médios dos horários de abertura e fechamento das flores matutinas e dos fatores meteorológicos e ambientais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no Campus da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Mês	Nascer do sol	Abertura das flores	Desvio Padrão	Temp. (°C)	IL (Lux)	Umidade relativa (%)	Fechamento das flores	Desvio Padrão	Pôr-do-sol	Temp. (°C)	IL (Lux)	Umidade relativa (%)	Duração da flor
Out-09	5:05	3:45	00:07	24,1	0	99	13:41	00:19	17:34	29,6	36.740	71	9:56
Nov	5:00	4:01	00:21	24,7	-	93	12:57	00:04	17:46	31,6	-	52	8:56
Jan-10	5:18	3:45	00:07	24,1	0	98	14:39	00:20	18:06	29,2	35.600	48	10:54
Fev	5:36	3:56	00:21	24,9	0	90	14:04	00:27	18:02	34,5	17.900	80	10:08
Mar	5:39	3:59	00:11	24	0	98	14:08	00:13	17:52	32,4	13.200	40	10:09
Abr	5:42	3:48	00:10	25	0	87	13:44	00:16	17:24	30,4	16.700	43	9:56
Mai	5:46	3:52	00:14	19,8	0	99	14:12	00:20	17:18	28,9	15.500	69	10:20
Jun	5:56	4:03	00:12	21,5	-	-	15:00	00:13	17:21	28,6	9.910	70	10:57
Jul	5:57	4:04	00:06	17,9	-	100	15:05	00:19	17:23	28,3	10.500	65	11:01
Ago	5:43	4:02	00:09	22,9	-	88	15:06	00:16	17:32	25,8	-	47	11:04

Tabela 2 - Valores médios dos horários de abertura e fechamento das flores vespertinas e dos fatores meteorológicos e ambientais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Mês	Nascer do sol	Abertura das flores	Desvio Padrão	Temp. (°C)	IL (Lux)	Umidade relativa (%)	Fechamento das flores	Desvio Padrão	Pôr-do-sol	Temp. (°C)	IL (Lux)	Umidade relativa (%)	Duração da flor
Out-09	5:05	13:52	00:13	28,8	96.300	72	9:06	00:23	17:34	25,2	17.800	83	19:14
Nov	5:00	13:48	00:12	28,3	-	46	8:48	00:10	17:46	25,6	-	72	19:00
Jan-10	5:18	14:03	00:08	31,3	16.710	51	8:44	00:08	18:06	26	13.240	85	18:41
Fev	5:36	13:56	00:06	31	7.820	74	9:11	00:16	18:02	27,1	26.800	65	19:15
Mar	5:39	14:05	00:12	33,4	13.400	41	9:06	00:29	17:52	25,6	2.260	49	19:01
Abr	5:41	14:02	00:04	30,5	15.400	51	9:24	00:21	17:28	27,3	3.200	70	19:22
Mai	5:46	14:06	00:09	29	15.500	49	9:00	00:10	17:18	26,5	53.700	87	18:54
Jun	5:56	14:29	00:22	26,8	12.630	86	9:25	00:28	17:21	19,8	13.100	99	18:56
Jul	5:57	14:21	00:16	27,2	10.900	60	9:39	00:36	17:23	20,8	10.500	99	19:18
Ago	5:43	14:06	00:09	26,3	-	60	9:14	00:29	17:32	20,7	4.090	71	19:08

Tabela 3 - Valores médios dos horários de abertura e fechamento das flores noturnas e dos fatores meteorológicos e ambientais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Mês	Pôr-do-sol	Abertura das flores	Desvio Padrão	Temp. (°C)	IL (Lux)	Umidade relativa (%)	Fechamento das flores	Desvio Padrão	Nascer do sol	Temp. (°C)	IL (Lux)	Umidade relativa (%)	Duração da flor
Out-09	17:34	18:49	00:08	26,2	0	83	10:17	00:12	5:05	26,8	24.800	81	15:28
Nov	17:46	18:54	00:06	25,3	-	72	8:52	00:15	5:00	26,1	-	41	13:58
Jan-10	18:06	18:50	00:11	25,3	0	89	12:33	00:12	5:18	32,4	5.490	57	17:43
Fev	18:03	18:59	00:06	26	0	60	10:25	00:08	5:36	28,7	21.400	68	15:26
Mar	17:52	19:00	00:03	27	0	70	10:10	00:10	5:39	26,1	1.580	60	15:10
Abr	17:28	19:00	00:06	22	0	97	10:06	00:17	5:41	28,6	43.300	60	15:06
Mai	17:18	19:01	00:10	27	0	85	10:00	00:15	5:46	26,3	3.060	75	14:59
Jun	17:21	19:19	00:22	24,8	0	99	10:12	00:19	5:56	22,2	5.670	95	14:53
Jul	17:22	19:04	00:15	23	0	81	10:22	00:09	5:57	27,3	17.900	63	15:18
Ago	17:32	19:03	00:11	23,1	-	88	10:21	00:10	5:43	26,7	75.100	60	15:18

Ao longo dos meses, independente do turno, não foi observada abertura de flores em temperaturas abaixo de 18°C. De forma geral, as flores matutinas abriram às por volta das 4:00 h, com horários de abertura das flores nos diferentes meses estudados variando entre 3:45 h (outubro/09 e janeiro/10) e 4:03 h (junho/10). Essas flores abriram aproximadamente de uma a duas horas antes do nascer do sol, geralmente quando os valores de temperatura estavam entre 21 e 24°C (média 23°C), umidade relativa entre 78 e 99% (média 88,5%) e a intensidade luminosa estava abaixo de 1 lux em todos os meses. A maioria das flores fecharam antes das 15:00 h, variando de 12:57 h (novembro/09) às 14:39 (janeiro/10). Em junho, julho e agosto/10 as flores fecharam mais tarde, por volta das 15:00 h, sendo que esses meses foram os mais chuvosos, com os valores de

temperatura mais baixos, com relação aos demais. A longevidade das flores foi menor que 12 horas, variando de 8:56 h (novembro/09) a 11:04 h (agosto/10).

As flores vespertinas abriram por volta das 14:00 h, variando de 13:48 h (novembro/09) a 14:29 (julho/10). No momento da abertura, os valores de temperatura estavam entre 27 e 31°C (média 30°C), umidade relativa entre 33 e 99% (média 66%) e com altos valores de intensidade luminosa. As flores fecharam por volta das 9:00 h, sendo de 8:44 h (janeiro/10) às 9:39 h (julho/10). De forma geral, as flores vespertinas duravam aproximadamente 19 horas, variando de 18:41 h (janeiro/10) a 19:22 h (abril/10).

As flores noturnas abriram, geralmente, por volta das 19:00 h, com a variação nos horários de abertura entre 18:49 h (outubro/09) e 19:19 h (junho/10). Estas flores abriram cerca de 45 minutos a duas horas após o pôr do sol, com os valores de temperatura entre 23 e 27°C (média 25°C) e umidade relativa entre 56 e 99% (média 77,5%), e a intensidade luminosa estava abaixo de 1 lux em todos os meses. As flores noturnas fechavam geralmente por volta das 10:00 h, com exceção de janeiro/10 onde as flores fecharam mais tarde (12:33 h), mês em que também foi registrado o maior valor de temperatura média (32°C), e em novembro/09 onde as flores fecharam mais cedo (8:52 h), com registros de temperatura média de 26°C. As flores noturnas apresentavam duração de cerca de 16 horas, variando de 13:58 h (novembro/09) a 17:43 h (janeiro/10).

Aparentemente não foram verificadas diferenças morfológicas entre as flores que abriam em turnos distintos. Em relação ao odor, as flores matutinas e vespertinas, no momento da abertura, apresentavam odor adocicado fraco, ao passo que as flores noturnas, no momento da abertura exibiam odor adocicado mais forte, perceptível em até 30 cm de distância do indivíduo florido. Independente do turno de abertura, na maioria das flores, no momento da abertura floral, as anteras já estavam deiscentes, com grãos de pólen disponíveis aos visitantes. O estigma esteve receptivo desde a fase de botão em pré-antese até a senescência floral, nos diferentes turnos de abertura.

Os experimentos de biologia reprodutiva estão representados na Tabela 4 e indicam que a espécie é auto-incompatível. Nos experimentos de controle de exclusão de visitantes noturnos e diurnos e sem exclusão de visitantes observou-se que a produção de frutos exibiu valores similares entre os tratamentos.

Tabela 4 - Resultados dos experimentos de biologia reprodutiva realizados em flores de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA).

Tratamento	Flores (n)	Frutos (n)	%
Apomixia	25	0	0,0
Autopolinização espontânea	25	0	0,0
Autopolinização manual	25	0	0,0
Polinização cruzada manual	25	19	76,0
Polinização diurna	18	09	50,0
Polinização noturna	22	13	59,1
Condições naturais/Controle	46	28	52,4

A floração de *I. carnea* subsp. *fistulosa* ocorreu durante todos os meses sem um pico de florescimento definido. Os indivíduos desta espécie apresentavam flores que abriam nos três turnos, em todos os meses estudados, sendo que a proporção geral de flores nos diferentes turnos foi de 48% de flores matutinas, 40% de flores noturnas e 12% de flores vespertinas, variando pouco entre os meses. As maiores variações observadas ocorreram nos meses de maio/10, em que havia muito mais flores matutinas abertas, e em junho/10 com mais flores noturnas (Fig. 2).

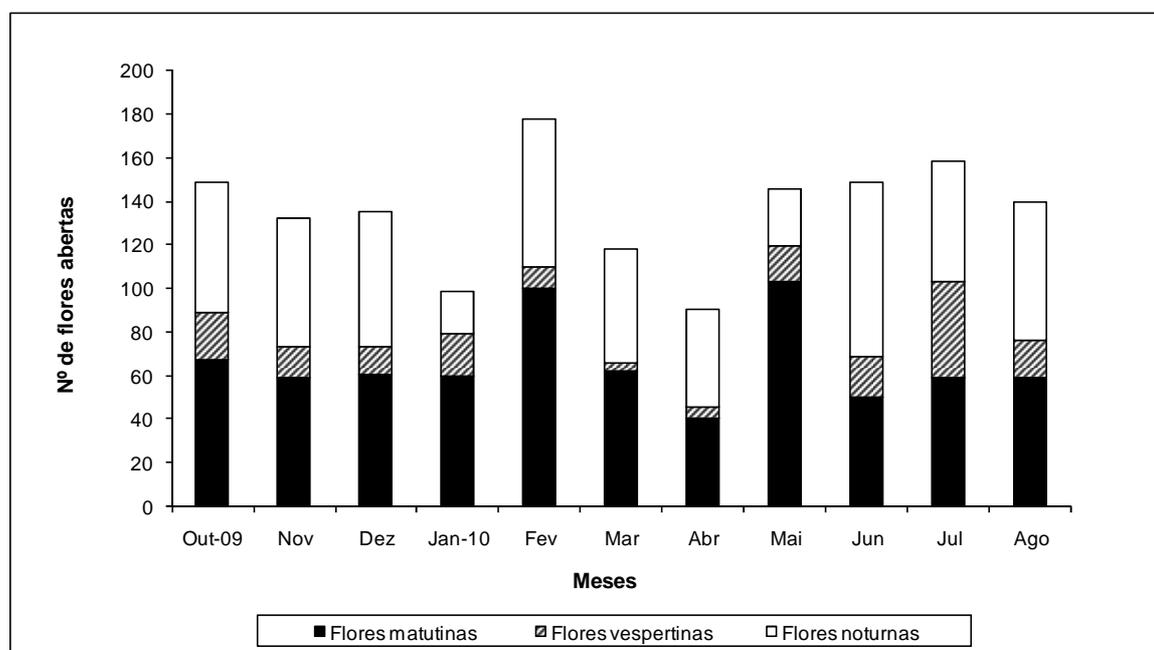


Figura 02 – Número total de flores abertas ao longo do dia e dos meses em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Em relação à sincronia da floração, os indivíduos apresentaram o valor máximo de sincronia nos turnos matutino e noturno (1,0), ambos com todos os indivíduos apresentando-se simultaneamente floridos durante todos os meses do estudo. No turno vespertino, os indivíduos apresentaram variação na sincronia da floração (0,6 a 1,0), alcançando o valor máximo de sincronia em outubro e dezembro/09 e em janeiro/10 (1,0), e o menor valor nos meses de março e maio/10 (0,6).

Visitantes florais

Ao longo dos meses, as flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* foram visitadas por insetos de cinco ordens diferentes, totalizando 467 visitantes florais coletados (sendo 418 diurnos e 49 noturnos), pertencentes a 73 espécies. Destes visitantes, 8% foram considerados constantes, 16% acessórios e 76% acidentais (Tab. 5).

Tabela 5 – Visitantes florais, frequência relativa das espécies e recurso coletado em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010. (Porte: G = grande, MR = médio robusto, MI = médio intermediário, MP = médio pequeno, P = pequeno; Constância (C): w = constante, y = acessória, z = acidental).

Insetos visitantes	Nº de indivíduos	Frequência relativa (%)	Porte	Recurso coletado	Hábito	C
COLEOPTERA						
Bruchidae						
Bruchidae sp.	3	0,7	P	Néctar	Diurno	z
Chrysomelidae						
<i>Diabrotica speciosa</i> cf. (Germar, 1824)	18	3,9	P	Néctar	Diurno	y
Lampridae						
Lampridae sp.	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
Meloidae						
Meloidae cf. sp.	1	0,2	P	Néctar	Diurno	z
DIPTERA						
Diptera sp. 1	1	0,2	P	Néctar	Diurno	z
Diptera sp. 2	1	0,2	P	Néctar	Diurno	z
Diptera sp. 3	3	0,7	P	Néctar	Diurno	y
Syrphidae						
Syrphidae sp.	1	0,2	P	Néctar	Diurno	z
HEMIPTERA						
Hemiptera sp. 1	1	0,2	P	Néctar	Diurno	z
Hemiptera sp. 2	1	0,2	MR	Néctar	Diurno	z
Hemiptera sp. 3	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
HYMENOPTERA						
Apidae						
<i>Ancylloscelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)	23	4,9	P	Néctar/Pólen	Diurno	y
<i>Apis mellifera scutellata</i> (Lepeletier, 1836)	55	11,9	MI	Néctar/Pólen	Diurno	w
<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 1	14	3,0	MP	Néctar/Pólen	Diurno	y
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 2	1	0,2	P	Néctar/Pólen	Diurno	z
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp. 3	2	0,4	P	Néctar/Pólen	Diurno	z
<i>Euglossa</i> sp.	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> (Spinola, 1853)	2	0,4	P	Néctar	Diurno	z
<i>Exomalopsis</i> sp.	4	0,9	P	Néctar	Diurno	z

Tabela 5- (continuação)

Insetos visitantes	Nº de indivíduos	Frequência relativa (%)	Porte	Recurso coletado	Hábito	C
HYMENOPTERA						
Apidae						
<i>Leiopodus</i> sp.	4	0,9	MP	Néctar	Diurno	y
<i>Melipona (Melipona) mandacaia</i> (Smith, 1863)	1	0,2	MP	Néctar	Diurno	z
<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata anthidioides</i> (Lepelletier, 1836)	2	0,4	P	Néctar	Diurno	z
<i>Melissoptila unicolornis</i> (Ducke, 1910)	2	0,4	P	Néctar	Diurno	z
<i>Melitoma</i> aff. <i>segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	84	18,0	MI	Pólen/Néctar	Diurno	w
<i>Melitoma</i> sp. 1	5	1,1	MI	Néctar	Diurno	z
<i>Melitomella griseescens</i> (Ducke, 1907)	13	2,8	MI	Pólen/Néctar	Diurno	y
<i>Melitomella</i> sp.	1	0,2	MP	Néctar	Diurno	z
<i>Ptilothrix plumata</i> (Smith, 1853)	2	0,4	P	Néctar	Diurno	z
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	26	5,6	P	Néctar	Diurno	w
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i> (Ducke, 1910)	3	0,7	G	Néctar	Diurno	y
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) conf. suspecta</i> (Moure & Camargo, 1988)	6	1,3	G	Néctar	Diurno	y
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) griseescens</i> (Lepelletier, 1841)	1	0,2	G	Néctar	Diurno	z
Halictidae						
<i>Augochlora</i> sp. 1	1	0,2	MP	Pólen/Néctar	Diurno	z
<i>Augochlora</i> sp. 2	2	0,4	P	Pólen/Néctar	Diurno	z
<i>Augochlora</i> sp. 3	3	0,7	P	Pólen/Néctar	Diurno	y
<i>Augochlora</i> sp. 4	12	2,6	P	Pólen/Néctar	Diurno	w
<i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)	44	9,4	MP	Pólen/Néctar	Diurno	w
<i>Pseudaugochlora</i> sp. 1	1	0,2	MP	Pólen/Néctar	Diurno	z
Megachilidae						
<i>Epanthidium</i> sp.	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
<i>Megachile</i> sp.	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
HYMENOPTERA						
Formicidae						
Formicidae sp.	1	0,2	MP	Néctar	Diurno	z
HYMENOPTERA						
Scoliidae						
Scoliidae sp.	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
Vespidae						
Vespidae sp.1.	3	0,7	MP	Néctar	Diurno	z
Vespidae sp.2	1	0,2	MP	Néctar	Diurno	z
Vespidae sp.3	1	0,2	MR	Néctar	Diurno	z
Vespidae sp.4	4	0,9	MP	Néctar	Diurno	y
Vespidae sp.5	8	1,7	MI	Néctar	Diurno	z
LEPIDOPTERA						
Bombycoidea						
Sphingidae						
<i>Aellopos titan titan</i> (Cramer, 1777)	3	0,7	G	Néctar	Diurno	z
<i>Agrius cingulata</i> (Fabricius, 1775)	31	6,7	G	Néctar	Noturno/ Diurno	w
<i>Erinnyis ello ello</i> (Linnaeus, 1758)	9	1,9	G	Néctar	Noturno/ Diurno	z
<i>Erinnyis obscura</i> (Fabricius, 1775)	2	0,4	G	Néctar	Noturno	z
<i>Hyles euphorbiarum</i> (Guérin-Ménéville, 1835)	2	0,4	G	Néctar	Noturno/ Diurno	z
<i>Manduca</i> sp.	1	0,2	G	Néctar	Diurno	z
<i>Xylophanes tersa</i> (Linnaeus, 1775)	10	2,1	G	Néctar	Noturno/ Diurno	y
Geometroidea						
Geometridae						
<i>Macrotis commatica</i> (Prout, 1916)	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
Hesperioidea						
Hesperiidae						
<i>Carystoides</i> sp.	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
Hesperiidae sp.	2	0,4	MR	Néctar	Diurno	z
Hesperiinae sp.	4	0,9	MI	Néctar	Diurno	z
<i>Nyctelius nyctelius</i> (Latreille, 1824)	7	1,5	MR	Néctar	Diurno	z

Tabela 5- (continuação)

Insetos visitantes	Nº de indivíduos	Frequência relativa (%)	Porte	Recurso coletado	Hábito	C
LEPIDOPTERA						
Hesperioidea						
Hesperiidae						
<i>Phlebodes</i> sp.	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z
<i>Synale hylaspes</i> (Stoll, 1781)	1	0,2	G	Néctar	Diurno	z
<i>Urbanus proteus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0,2	G	Néctar	Diurno	z
Noctuoidea						
Noctuidae						
<i>Mocis latipe</i> (Guenée, 1852)	5	1,1	MI	Néctar	Noturno/ Diurno	z
Noctuidae sp. 1	1	0,2	MP	Néctar	Diurno	z
Noctuidae sp. 2	2	0,4	MI	Néctar	Diurno	z
Papilionoidea						
Nymphalidae						
<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	1	0,2	G	Néctar	Diurno	z
<i>Euptoieta hegesia</i> (Cramer, 1779)	2	0,4	G	Néctar	Diurno	z
<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1782)	1	0,2	G	Néctar	Diurno	z
Papilionidae,						
<i>Battus polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	2	0,4	G	Néctar	Diurno	z
Pieridae						
<i>Eurema elathea</i> (Cramer, 1777)	2	0,4	MI	Néctar	Diurno	z
<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)	5	1,1	G	Néctar	Diurno	z
<i>Pyrisitia leuce</i> (Boisduval, 1836)	1	0,2	MP	Néctar	Diurno	z
<i>Pyrisitia nice</i> (Fabricius, 1793)	1	0,2	MI	Néctar	Diurno	z

Não houve correlação significativa entre o número de visitantes e a quantidade de flores ($r = 0,146$; $p > 0,05$). Nos meses de abril ($n = 156$) e maio/10 ($n = 85$) foi observado o maior número de visitantes florais coletados, e a quantidade de flores nestes meses variou de 91 a 146, respectivamente (Fig. 3). As variáveis meteorológicas (temperatura e precipitação), não apresentaram correlação significativa com as variáveis biológicas (número de flores e número de visitantes florais) ($p < 0,01$).

O número de visitantes florais coletados durante o dia (ativos entre 5:00 e 17:00 h) foi maior do que os coletados à noite (ativos entre 17:00 e 4:00 h). Dentre os visitantes diurnos, a ordem Hymenoptera, representada pelas abelhas foi a mais abundante, correspondendo a 68% do total de visitantes coletados e riqueza de 30 espécies. As abelhas foram os visitantes mais abundantes e constantes ao longo dos meses, além disso, foram os únicos visitantes coletados nas flores nos meses de janeiro e março/10. As espécies *Melitoma* aff. *segmentaria* ($n = 84$) (presente em nove meses estudados e ausente em janeiro/10), *Apis mellifera* ($n = 55$) (ausente em abril/10), e *Pseudaugochlora pandora* ($n =$

44) (ausente em janeiro e agosto/10) foram as que exibiram o maior número de indivíduos e constância nas flores.

Outros insetos diurnos ocorreram em menor número, como as borboletas representadas por 6,9% do total de visitantes coletados e riqueza de 15 espécies distribuídas em duas superfamílias (Hesperioidea e Papilionoidea), e os demais insetos diurnos representaram 10,3% do total de visitantes (17 espécies).

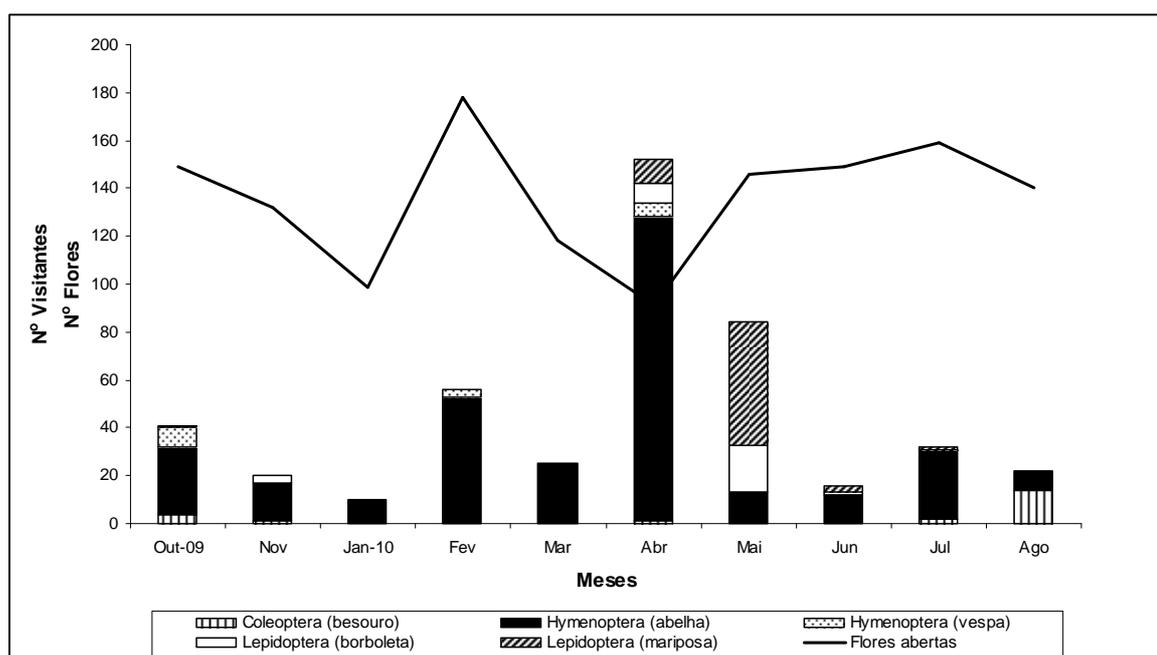


Figura 03 – Número total de indivíduos coletados visitantes florais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) e número de flores abertas no Campus da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.

Dentre os visitantes noturnos a ordem Lepidoptera, representada pelas mariposas, foi a mais abundante, correspondendo a 14,1% do total de visitantes com 11 espécies (predominantes noturnas), com a maioria pertencente à família Sphingidae, sendo *Agrius cingulata* ($n = 31$) a espécie com maior número de indivíduos coletados e constância nas flores (presente em outubro/09 e de abril a agosto/10). Também foram observadas

mariposas ativas durante o dia (entre 05:00 e 14:00 h), tais como *Aellopos titan titan*, *Erinnyis ello ello*, *Macrotres commatica* e *Mocis latipes*, porém em pequeno número.

Considerando a atividade diária geral das visitas nas flores em todos os meses, as abelhas mais abundantes e constantes, estavam presentes nas flores durante todo o dia, das 5:00 às 17:00 h, com variações nos horários de maior atividade para as espécies, nos diferentes meses do ano (Fig. 4). *Apis mellifera* visitou as flores principalmente no intervalo das 5:00 às 8:00 h, em vários meses. *Melitoma aff. segmentaria* estava ativa nas flores principalmente das 5:00 às 9:00 no mês de abril/10 e das 11:00 às 17:00 h, nos meses de maio a julho/10. Para a família Halictidae as visitas ocorrem a partir das 6:00 h no mês de outubro/09 com um pico de atividade das 9:00 às 10:00 h, nos meses de março, abril/10 e outubro/09 (temperatura média 27°C) e outro pico de atividade foi observado no intervalo entre 14:00 e 15:00 h, principalmente nos meses de junho e julho/10 (temperatura média 22°C). Nestes dois meses as atividades destas abelhas começaram no intervalo das 10:00 às 11:00 h (Apêndice 7 e 8).

Agrius cingulata estava em atividade à noite, apresentando variação durante os meses, sendo que em outubro/09 esta mariposa iniciou a atividade às 18:00 h e visitou as flores esporadicamente até as 5:00 h, e as visitas ocorreram em um intervalo de hora nos meses de junho (das 22:00 às 23:00 h) e julho (de 1:00 às 2:00 h) e em abril/10 no intervalo das 3:00 às 5:00 h (Fig. 4).

Embora tenha sido observado que os visitantes chegavam mais cedo nos meses mais quentes e mais tarde nos meses mais frios, não houve correlação significativa entre o número de visitantes e os fatores meteorológicos como temperatura ($r = 0,163$; $p > 0,01$), umidade relativa ($r = 0,135$; $p > 0,01$) e pluviosidade ($r = 0,219$; $p > 0,01$). Também não houve correlação significativa ($p > 0,01$) entre a quantidade de flores disponíveis à visitação por turno e o número de visitantes florais (flores matutinas $r = 0,018$; flores vespertinas $r = -0,518$ e flores noturnas $r = -0,082$).

O comportamento de coleta dos recursos e a abordagem da flor podem ter sido influenciados pelo porte dos visitantes, pois os visitantes florais que apresentavam porte corpóreo entre pequeno e médio-robusto conseguiam ter acesso aos recursos florais (pólen e néctar) entrando inteiramente com o corpo no interior da flor. Ao passo que, os visitantes que apresentavam porte grande só conseguiam acessar o nectário colocando parcialmente a cabeça na entrada do tubo floral ou inserindo a língua no interior da flor, obtendo assim o néctar (Apêndice 9).

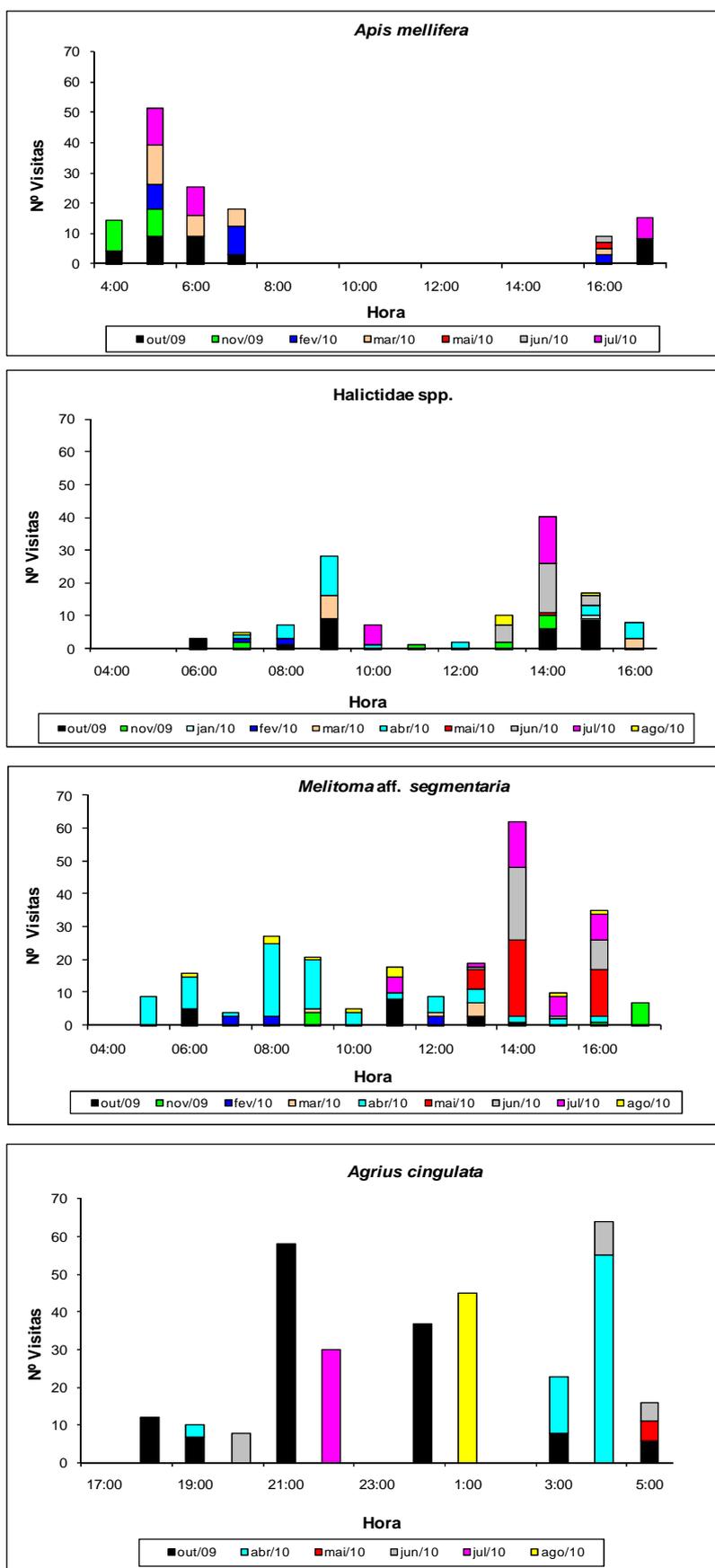


Figura 4 – Atividade diária total dos principais visitantes florais de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010, no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA).

As abelhas com porte médio-intermediário, como *M. aff segmentaria* e *A. mellifera*, e médio-pequeno como *P. pandora* (Tab. 5), que também eram frequentes e constantes nas flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* apresentavam comportamento muito similar na coleta de recursos florais. Na coleta de pólen, essas abelhas dirigiam-se ao interior da flor, coletando e depositando os grãos na escopa ou corbícula com o primeiro par de pernas, e através desta movimentação pela flor, entravam em contato com o estigma. As abelhas *P. pandora* e *M. segmentaria* deixavam as flores em cerca de três ($n = 4$) e 23 segundos ($n = 5$), respectivamente, apresentando grãos de pólen dispersos na região ventral (tórax e abdome). As coletas de *A. mellifera* nas flores tinham a duração média de 34 segundos ($n = 11$), com grãos de pólen aderidos na cabeça e na região dorsal do tórax.

Na coleta de néctar, as três espécies de abelhas citadas anteriormente, inseriam a língua no nectário, e no momento da entrada e saída da flor, as anteras contatavam a região ventral do abdome, neste comportamento as abelhas poderiam tocar o estigma da flor. As visitas para coleta de néctar foram mais rápidas, durando em média de dois a três segundos para as três espécies ($n = 164$).

As abelhas de grande porte (por exemplo, *Xycolopa* spp.) (Tab. 5) só conseguiam acessar o néctar inserindo parcialmente a cabeça na entrada da abertura do tubo floral, estendendo a língua, dificilmente contatando as estruturas reprodutivas. Por outro lado, as abelhas de pequeno porte (por exemplo, *Ancylloscelis apiformis* e *Trigona spinipes*) também não entravam em contato com o estigma da flor na coleta de recursos florais por apresentarem tamanho insuficiente para contatar estas estruturas.

As borboletas e as mariposas de porte médio pousavam na corola e inseriam a probóscide bem próxima à parede do tubo floral para a coleta do néctar, aparentemente não contatando as estruturas reprodutivas da flor (localizadas na região central da flor), com a coleta deste recurso variando entre cinco e trezentos segundos ($n = 40$). Enquanto que, as borboletas de grande porte pairavam na frente das flores e, em seguida, pousavam na corola da flor, inseriam parcialmente a cabeça no interior do tubo, e estendiam a probóscide para a coleta do néctar, com as visitas variando entre três e nove segundos.

Todas as mariposas de porte grande pertencem à família Sphingidae coletavam o néctar (entre um e cinco segundos, $n = 51$) pairando na frente da flor, inserindo a probóscide no tubo floral, sem pousar. Estas mariposas, principalmente *A. cingulata*, visitavam muitas flores, com o máximo de 45 flores registradas no intervalo de uma hora. Apesar dos esfingídeos realizarem muitas visitas nas flores não foi possível observar a

presença de grãos de pólen aderidos nas probóscides, em virtude da pouca luminosidade presente nos horários de observação desses visitantes, que ocorria durante a noite.

As demais ordens de insetos, sendo a maioria considerada pouco frequente e acidental nas flores, apresentaram indivíduos de pequeno tamanho (algumas espécies de coleópteros, hemípteros, e todos os dípteros), coletavam néctar sem contatar o estigma floral. As vespas, apesar de exibirem diferentes tamanhos corpóreos não entravam em contato com as estruturas reprodutivas durante a coleta de néctar.

Discussão

O comportamento de abertura e fechamento das flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* em três momentos distintos do dia, em um mesmo indivíduo, durante todos os meses do estudo, evidenciam que não se trata de uma reação esporádica da planta. Entretanto, Fidalgo (1997) trabalhando com a mesma espécie deste estudo, em uma área antropizada em Campinas (SP) não relata horários de abertura floral em mais de um turno, porém os dados foram coletados das 05:00 às 14:00 h.

De maneira geral, em Convolvulaceae o comportamento de abertura ou fechamento das flores em mais de um turno do dia é pouco relatado. Machado & Sazima (1987) observaram a abertura de flores em três momentos do dia (6:00 h, 16:00 h e 22:00 h), em um mesmo indivíduo de *Ipomoea hederifolia* L., com a duração das flores variando entre os diferentes turnos de abertura, assim como verificado no presente estudo.

Galetto & Bernardello (2004) verificaram que *Ipomoea alba* L., cujas flores abrem geralmente no pôr-do-sol, podem abrir excepcionalmente ao meio-dia. McMullen (2009) relatou que *Ipomoea habeliana* Oliver, que apresenta flores abrindo no crepúsculo e fechando às 5:00 h, ocasionalmente exibiu flores parcialmente abertas até o meio da manhã. Contudo, apesar da existência de flores abrindo ou fechando em mais de um horário do dia, comumente a maioria das convolvuláceas apresentam abertura no início da manhã e fechamento das flores ao final da manhã ou no início da tarde do mesmo dia (Piedade 1998).

Apesar da ausência de correlação significativa estatística entre os fatores meteorológicos e a abertura das flores, não foi verificada nenhuma flor abrindo em temperaturas inferiores a 18°C. Os fatores meteorológicos atuando isoladamente ou em conjunto no processo de abertura das flores já foram citados na literatura. Em um trabalho

de revisão realizado por van Doorn & van Meeteren (2003) sobre abertura de flores indicaram que as espécies que apresentam flores que abrem de manhã estão relacionadas com o aumento dos valores de temperatura e intensidade luminosa e com a diminuição da umidade relativa. Enquanto que, nas espécies com abertura à tarde, ou à noite, verifica-se o contrário, a abertura das flores está relacionada com a diminuição da temperatura e da intensidade luminosa e com o aumento da umidade relativa.

Na literatura são encontrados relatos da influência dos fatores meteorológicos nos horários de abertura das flores de espécies de *Ipomoea*. Pinheiro & Schindwein (1998) observaram que a abertura e o fechamento das flores de *Ipomoea cairica* (L.) Sweet em dias nublados foi mais tardia em comparação com os dias ensolarados. Hensel (1905) *apud* van Doorn & van Meeteren (2003) observou que a abertura das flores de *Ipomoea purpurea* (L.) Roth (= *Ipomoea purpureum*) foi influenciada por altas temperaturas e pouco reagiram às mudanças de umidade relativa. Silva (2008) menciona que em dias mais quentes o horário da abertura de *Ipomoea batatas* (L.) Lam. e etnovarietades ocorreu por volta das 5:00 h, e nos dias em que a temperatura estava abaixo de 15°C ocorria entre 9:00 e 14:00 h.

O fechamento das flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* ocorriam em horários mais cedo nos meses mais quentes do que nos meses mais frios. Estes dados sugerem que altas temperaturas podem influenciar o fechamento das flores matutinas, uma vez que estas fecharam mais tarde nos meses mais frios. Esta relação foi observada apenas para as flores matutinas, que sofreram mais intensamente os efeitos das temperaturas elevadas no meio do dia, do que as flores que abriam nos outros turnos.

Segundo van Doorn & van Meeteren (2003) o fechamento das flores, na maioria das espécies respondem a fatores externos de forma semelhante à abertura floral, sendo que em algumas espécies o fechamento das flores ocorre devido à perda d'água das estruturas florais, que pode estar relacionadas à temperatura e à umidade relativa, sendo assim o fechamento das flores pode ser adiado em temperatura mais baixa e/ou umidade mais elevada.

A longevidade das flores do presente estudo diferiu da longevidade da maioria das espécies de outras espécies de *Ipomoea*. A diferença da longevidade das flores em relação aos turnos de abertura, verificada neste estudo pode estar relacionada como os fatores meteorológicos. As flores matutinas, com duração de aproximadamente 10 horas, estiveram mais expostas às altas temperaturas e mais elevadas intensidades luminosas. As flores vespertinas (em média 20 horas de duração) e noturnas (em média 16 horas)

estiveram mais expostas a maiores valores de umidade relativa, e menores valores de temperatura e intensidade luminosa. Machado & Sazima (1987) também relatam, em *Ipomoea hederifolia*, a presença de flores com duração diferenciada entre os diferentes turnos de abertura.

A longevidade das flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* nos diferentes turnos, ao longo dos meses, assim como a abertura e o fechamento, aparentemente não apresentou uma relação com os fatores abióticos. Porém há relatos na literatura da influência dos fatores meteorológico na longevidade das flores. Silva (2008) relatou que geralmente flores de *I. batatas* e etnovariedades, no Vale do Ribeira (SP) abriam e fechavam no mesmo dia com temperatura elevada, mas em dias frios, onde as flores abriram mais tarde, estas poderiam durar até dois dias.

A regularidade nos horários de abertura e fechamento das flores nos diferentes turnos, especialmente nas matutinas e noturnas, que ocorriam em intervalos de 24 horas, nos dez meses de observação, pode ser um indício da presença de ritmo biológico para esses eventos florais. Esse ritmo diário indicado pela forte sincronização dos horários de abertura das flores pode ser de origem endógena como uma manifestação do relógio biológico interno. Além disso, os horários de abertura das flores matutinas e noturnas, geralmente ocorriam próximos do nascer e do pôr do sol, respectivamente, podendo o ciclo claro-escuro diário influenciar esses momentos de abertura das flores.

O caráter da ritmicidade endógena no processo de abertura das flores já foi relatado para *Pharbitis nil* L. (= *Ipomoea nil*) (Convolvulaceae) (Kaihara & Takimoto 1980) e em *Lilium* spp. (Liliaceae) (Bielecki *et al.* 2000). Neste trabalho os autores colocaram o ciclo claro-escuro como sincronizador do ritmo de abertura das flores de ambas as espécies de plantas.

Garner & Allard (1920) observaram a influência dos fatores ambientais como o ciclo claro-escuro diários e fotoperiódico anual nos ritmos de florescimento de várias plantas, incluindo espécies de Convolvulaceae. Muitos estudos cronobiológicos com animais e plantas mencionam a associação dos ritmos endógenos circadianos a um ciclo geofísico, especialmente o claro-escuro, sendo este o mais importante e evidente sincronizador dos ritmos biológicos, por ser uma pista confiável a ser seguida pelos organismos (Marques *et al.* 1997).

O florescimento de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* durante todos os meses observados, sem a ocorrência de um pico de florescimento definido sugere que tanto a pluviosidade quanto a temperatura tiveram pouca influência na floração da espécie na área

de estudo. Contudo, alguns estudos realizados em ambientes de clima semi-árido, especialmente na Caatinga, sugerem a influência da precipitação no florescimento ou no pico de floração de espécies de Convolvulaceae (Piedade-Kill & Ranga 2000; 2004), incluindo espécies de *Ipomoea* (Piedade-Kiill & Ranga 2003; Oliveira-Junior *et al.* 2008).

A presença de flores praticamente durante todo o ano propicia a oferta de recursos florais aos visitantes por um longo período, promovendo assim, a manutenção dos polinizadores potenciais locais. Além disso, o maior sincronismo de indivíduos floridos pela manhã e à noite pode ser uma estratégia importante no sentido de aumentar a atratividade das flores nos dois turnos, favorecendo desta forma o aumento da disponibilidade de recursos aos visitantes florais tanto diurnos quanto noturnos. A sincronia da floração pode estar relacionada com a eficiência de polinização, aumentando assim o sucesso reprodutivo, como observado nos estudo de Augspurger (1981) em *Prunifolius hybanthus* (Humb. & Bonpl. ex Schult.) Schulze-Menz (Violaceae).

Espécies como *I. carnea* subsp. *fistulosa* que apresentam plantas com flores abrindo em diferentes horários podem apresentar recursos florais disponíveis aos visitantes durante as 24 horas do dia, sendo este um mecanismo interessante, uma vez que estas espécies são auto-incompatíveis e desta forma dependentes dos visitantes para sua polinização. Flores disponíveis por um longo tempo podem propiciar o aumento no sucesso reprodutivo, possibilitando maior tempo de visitação nas flores, expostas a polinizadores tanto diurnos como noturnos.

A longa atratividade da planta através dos turnos diferentes de abertura das flores pode ser uma vantagem seletiva de espécies que são auto-incompatíveis. Por isso, a maior permanência das flores na planta pode ser uma estratégia adicional quando estas ocorrem em ambientes com poucos visitantes florais que atuam como polinizadores potenciais, ou onde a polinização pode ser incerta ou ocasional, como por exemplo, em áreas antropizadas como ocorre com a área de estudo.

Visitantes florais

As flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* foram visitadas por insetos pertencentes a diversas ordens, com predominância da ordem Hymenoptera (abelhas) e da ordem Lepidoptera (mariposas). O predomínio de abelhas e mariposas nas flores pode estar relacionado à presença de características intermediárias, comuns a duas síndromes de polinização à melitofilia (polinização por abelhas) e a falenofilia (polinização por mariposas).

Características tais como, presença de plataforma de pouso, nectário parcialmente escondido, corola com cores vistosas e guia de néctar, antese diurna e odor floral não muito forte, indicam polinização por abelhas. Por outro lado, a forma tubulosa das flores, com nectário basal e contornos bem delimitados, antese noturna com forte odor adocicado durante a noite, são atributos de flores polinizadas por mariposas (Faegri & Van der Pijl 1979). Assim como no presente estudo, características florais comuns a duas síndromes de polinização distintas (melitofilia e psicofilia) foram observada por Pacheco-Filho (2010) em flores de *Ipomoea bahiensis* Willd. ex Roem. & Schult.

Durante a noite, o odor adocicado das flores provavelmente, deve ser o principal atributo da espécie responsável pela atração das mariposas, tendo em vista que esses insetos são sensíveis a estímulos olfativos (Faegri & Van der Pijl 1979). Durante o dia, a coloração vistosa das flores com pigmentos que refletem luz ultravioleta, deve ser o principal atrativo às abelhas, que são sensíveis a estímulos visuais (Weberling 1989). Segundo Manente-Balestieri & Machado (1999) o odor floral pode funcionar como um atrativo de longa distância, enquanto que a coloração seria um sinalizador de curta distância para o visitante floral.

A eficiência dos visitantes diurnos e noturnos como polinizadores das flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* pode ser inferida através da taxa de sucesso na formação de frutos, com experimentos realizados nos dois turnos. Sistemas de polinização compartilhada entre polinizadores de hábitos distintos (diurnos e noturnos) já foram relatados na literatura (Stephenson & Thomas 1977), inclusive para espécies de Convolvulaceae. McMullen (2009) observou em *I. habeliana* em Galápagos, que apresentava abertura floral no crepúsculo, exibiram taxas semelhantes de sucesso na polinização diurna e noturna (60%).

As abelhas foram os principais visitantes diurnos e estavam presentes durante todos os meses do estudo, principalmente as espécies *A. mellifera*, *M. aff. segmentaria* e *P. pandora*, visitantes constantes e os mais frequentes nas flores. Dentre os visitantes noturnos as mariposas da família Sphingidae, especialmente *A. cingulata*, considerada constante, estava presente nas flores em seis meses e foi o visitante mais frequente ao longo destes meses. A ausência das mariposas esfingídeos nas flores durante alguns meses pode estar relacionada com o ciclo de vida destes animais (fase de imaturos) ou ainda estas mariposas podem estar forrageando em flores de outras espécies de planta na área de estudo ou em áreas adjacentes.

As abelhas *A. mellifera*, *M. segmentaria* e espécies de Halictidae (incluindo *P. pandora*), forrageavam nas flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* durante todo dia, porém

com variações nos horários de atividades quando comparado todos os meses do estudo. *Apis mellifera* visitou as flores mais cedo do que as outras espécies de abelhas e principalmente nos meses mais quentes do ano, tendo uma diminuição do número de visitas nos meses frios. Enquanto que *M. aff. segmentaria* e espécies de Halictidae (incluindo *P. pandora*) visitavam as flores mais cedo nos meses mais quentes e mais tarde nos meses mais frios do ano. Neste estudo o tempo de atividade das abelhas nas flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* provavelmente está associado à disponibilidade de recursos oferecidos por esta planta e não vinculado com o horário de abertura e fechamento das flores matutinas, vespertinas ou noturnas.

Interações entre *A. mellifera*, *M. aff. segmentaria* e *P. pandora* e outras espécies de *Ipomoea* já foram citadas na literatura (Gottsberger *et al.* 1988; Fidalgo 1997; Piedade 1998). Estes autores observaram que estas abelhas eram frequentes nas flores de *Ipomoea* spp. e apresentavam atividades diárias desde manhã cedo até às 14:00 h, geralmente relacionadas com o tempo de duração da flor.

Entre os visitantes noturnos, a mariposa esfingídeo *A. cingulata* apresentou atividade entre 17:00 e 5:00 h, sem uma distinção clara de visitação entre os meses do ano. McMullen (2009), na ilha de Galápagos, verificou a atividade de *A. cingulata*, em flores de *I. habeliana*, entre 18:00 e 21:00 h. Galetto & Bernardello (2004) observaram que as flores de *I. alba* abriam no pôr-do-sol (com dura o de 12 horas) e foram visitadas por *Manduca* sp. e *A. cingulata* (Sphingidae) durante à noite.

Os visitantes diurnos que entravam no tubo floral para a coleta de recursos, como as abelhas de porte médio-intermediário como *A. mellifera*, *M. aff. segmentaria* e as de porte médio-pequeno como *P. pandora* foram consideradas como potenciais polinizadores de *I. carnea* subsp. *fistulosa*, por apresentarem frequência, constância, tamanho e comportamento adequados   poliniza o das flores. A presença de estames com alturas diferentes nas flores pode facilitar a adesão dos grãos de pólen no corpo das abelhas que entravam no interior do tubo para coletar, como também foi observado por Piedade (1998) em *Ipomoea* spp. Outros autores também consideraram *M. segmentaria* (Fidalgo 1997; Pinheiro & Schlindwein 1998), algumas espécies de Halictidae (incluindo *P. pandora*) (Piedade 1998) e *A. mellifera* (Fidalgo 1997; Piedade 1998) como polinizadores de espécies de *Ipomoea*. Em *I. carnea* subsp. *fistulosa* abelhas de pequeno porte não foram consideradas polinizadores potenciais das flores, pois durante as visitas não entravam em contato com as estruturas reprodutivas.

No presente estudo, em *I. carnea* subsp. *fistulosa* no *Campus* da UEFS foram observados dois polinizadores potenciais naturais neotropicais e um introduzido. Contudo, mesmo sendo uma espécie introduzida, *A. mellifera* foi considerada um importante polinizador das flores por apresentar características morfológicas e comportamentais adequadas, e também por ser uma espécie abundante, presente geralmente em áreas de ambiente antropizado, garantindo assim a polinização das flores, mesmo que os polinizadores efetivos não estejam presentes.

Piedade-Kiill & Ranga (2004) também observaram em *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier f. (Convolvulaceae), a polinização por abelhas generalistas, como *A. mellifera*. Os autores mencionam que esta relação entre uma planta nativa e uma abelha introduzida pode ser vantajosa para a espécie vegetal que é considerada daninha e invasora de culturas.

Em relação aos visitantes noturnos, embora não tenha sido visualizada a presença de pólen no corpo e na probóscide das mariposas, em virtude da dificuldade de iluminação durante a noite, provavelmente o esfingídeo de grande porte *A. cingulata* deve ser o potencial polinizador noturno. Algumas evidências podem ser mencionadas como facilitadoras para que a polinização das flores possa ocorrer por esta espécie, tais como a presença de probóscide longa, constância e elevada frequência de visitas nas flores. Além disso, durante a coleta de néctar *A. cingulata* insere a probóscide ainda pairando, e nesta instabilidade da inserção da probóscide poderia tocar as anteras.

Pacheco-Filho (2010) sugere que a ocorrência de anteras em diferentes alturas nas flores de *I. bahiensis* facilita a adesão de grãos de pólen na probóscide das borboletas no momento da coleta de néctar. Darrault & Schindwein (2005) associaram a eficiência da polinização ao tamanho da língua dos visitantes florais de *Hancornia speciosa* Gomes (Apocynaceae), que apresentam tubo floral fino e longo. *A. cingulata* também foi o visitante floral mais frequente de outras espécies de *Ipomoea*, tais como *I. alba* (Galletto & Bernardello 2004) e *I. habeliana*, neste último estudo também considerado o polinizador efetivo (McMullen 2009).

As mariposas, principalmente *A. cingulata*, podem ter sido atraídas às flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* pelo odor adocicado que estas plantas emitiam, que era mais intenso à noite. Darrault & Schindwein (2005) observaram que as flores de *H. speciosa*, que permaneciam abertas das 15:30 até as 10:00 h da manhã do dia seguinte, apresentavam odor adocicado a partir do crepúsculo e que se intensificava durante a noite e desaparecia de manhã. Estes autores associaram a presença de odor forte à noite com as visitas de

mariposas Sphingidae, inclusive *A. cingulata* e a ausência de odor durante o dia com as visitas de abelhas e borboletas.

Além disso, em muitos casos a eficiência da polinização não está apenas associada às adaptações morfológicas das flores e dos visitantes, mas também à sincronização temporal entre o horário de coleta dos visitantes e eventos florais como relatado em *Passiflora edulis* Sims. (Passifloraceae) (Siqueira *et al.* 2009), e em *Ludwigia elegans* (Camb.) Hara (Onagraceae) (Gimenes *et al.* 1993; Gimenes 1996).

McMullen (2009) sugere que as mariposas esfingídeos, em virtude das suas grandes demandas energéticas, necessitam consumir uma grande quantidade de néctar, presente nas flores de *I. habeliana*. Futuros estudos são necessários para analisar a produção de néctar nas flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa*, durante os vários turnos de abertura, pois a diferença no volume de néctar pode ser um fator importante para a composição de visitantes florais nesta espécie. As atividades das mariposas nas flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa* poderiam estar relacionadas com a produção de néctar.

Além da atratividade morfológica das flores de *I. carnea* subsp. *fistulosa*, a presença de flores abrindo em diferentes turnos em um mesmo indivíduo de planta, pode ser uma estratégia vantajosa para a planta, pois a disponibilidade de recursos como pólen e néctar durante 24 horas poderiam atrair tanto visitantes diurnos como noturnos. Neste sentido, foi observado que as flores desta espécie apresentavam características de duas síndromes e foram mais visitadas por abelhas durante o dia e mariposas esfingídeos à noite, com taxa de produção de frutos similares entre a polinização diurna e noturna, confirmando o sucesso das flores abrindo em diferentes turnos.

Adicionalmente, a presença de flores durante todos os meses e a grande diversidade de insetos, pertencentes a uma grande guilda de visitantes florais, provavelmente provém à manutenção dos polinizadores potenciais, em ambiente antropizado. Desta forma, esta espécie poderia colonizar áreas que apresentam déficit de polinizadores e por sua exposição durante o dia e à noite, pode ser visitada por visitantes de diferentes hábitos. Sendo esta planta considerada ornamental e comum em áreas de caatinga, seu plantio poderia ser uma alternativa para a manutenção da fauna de polinizadores locais.

Agradecimentos

À FAPESB pela bolsa de Mestrado concedida à primeira autora. A Prof. Dr^a. Rosângela Simão-Bianchini (USP) pela identificação da espécie botânica. A Prof^a. Dr^a. Favízia F. de Oliveira (UFBA) e ao biólogo Thiago Mahlmann V. L. Muniz (INPA) pela identificação dos himenópteros. Aos professores Dr. André Victor L. Freitas (UNICAMP), Msc. Catarina da S. Motta (INPA), Dr. José Araújo Duarte Júnior (UFPE), Dr. Vitor O. Becker (UNB) e a bióloga Thamara Zacca B. Taumaturgo (UEFS) pela identificação dos lepidópteros. A Prof^a. Dr^a. Priscila P. Lopes (UEFS) pela identificação dos coleópteros. Ao Prof^o Dr. Carlos José E. Lamas (MZUSP) e ao Msc. Ivan Farias Castro (UEFS) pela identificação dos dípteros. A todos integrantes da equipe que colaboraram nos trabalhos de campo e laboratório.

Referências bibliográficas

- Antoniassi, N.A.B.; Ferreira, E.V.; Santos, C.E.P.; Arruda, L.P.; Campos, J.L.; Nakazato, L.; Colodel, E.M. 2007. Intoxicação espontânea por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) em bovinos no Pantanal Matogrossense. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 27 (10): 415-418.
- Augsburger, C.K. 1981. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators in *Prunifolius hybanthus* (Violaceae). **Ecology** 62: 775-788.
- Bencke, C.S.C.; Morellato, L.P.C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica** 25 (3): 269-275.
- Bieleski, R.; Elgar, J.; Heyes, J.; Woolf, A. 2000. Flower opening in asiatic lily is a rapid process controlled by dark-light cycling. **Annals of Botany** 86: 1169–1174.
- Dafni, A.; Kevan, P.G.; Husband, B.C. 2005. **Practical pollination biology**. Canadá: Cambridge. 590 p.

- Darrault, R.O.; Schlindwein, C. 2005. Limited fruit production in *Hancornia speciosa* (Apocynaceae) and pollination by nocturnal and diurnal insects. **Biotropica** 37 (3): 381–388.
- Diniz, A.F.; Santos, R.L.; Santo, S.M. 2008. Avaliação dos riscos de seca para o município de Feira de Santana-BA associado à influência do El niño no semi-árido do Nordeste brasileiro. **Geografia S** (1): 18–24.
- Faegri, K. & Van Der Pijl, L. 1979. **The principles of pollination ecology**. 3^a ed. London: Pergamon Press. 244 p.
- Fidalgo, A.O. 1997. **Ecologia floral de duas espécies invasoras de *Ipomoea* (Convolvulaceae)**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. 99 p.
- Galetto, L.; Bernardello, G. 2004. Floral nectaries, nectar production dynamics and chemical composition in six *Ipomoea* species (Convolvulaceae) in relation to pollinators. **Annals of Botany** 94: 269-280.
- Garner, W.W.; Allard, H.A. 1920. Effect of relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. **Journal of Agricultural Research** 18 (11): 553–606.
- Gimenes, M. 1996. Circadian rhythms of pollen and nectar collection by bees on the flowers of *Ludwigia elegans* (Onagraceae). **Biological Rhythm Research** 27 (3): 281-290.
- Gimenes, M.; Benedito-Silva, A.A.; Marques, M.D. 1993. Circadian rhythms of pollen and nectar collection by bees on the flowers of *Ludwigia elegans* (Onagraceae). **Biological Rhythm Research Amsterdam** 27 (3): 281 – 290.
- Gottsberger, G.; Camargo, J.M.F.; Silberbauer-Gottsberger, I. 1988. A bee-pollinated tropical community: the beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. **Brazilian Botanical Journal Systematic** 109: 469-500.
- Hoballah, M.E.; Stuurman, J.; Turlings, T.C.J.; Guerin, P.M.; Connétable, S.; Kuhlemeier, C. 2005. The composition and timing of flower odour emission by wild *Petunia*

axillaris coincide with the antennal perception and nocturnal activity of the pollinator *Manduca sexta*. **Planta** 222: 141–150.

Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F.; Donoghue, M.J. 2009. **Sistemática vegetal**: um enfoque filogenético. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. pp. 462-463.

Junqueira, M.E.R.; Simão-Bianchini, R. 2006. O gênero *Evolvulus* L. (Convolvulaceae) no município de Morro do Chapéu, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** 20 (1): 157-172.

Kaihara, S.; Takimoto, A. 1980. Studies on the light controlling the time of flower-opening in *Pharbitis nil*. **Plant & Cell Physiology** 21 (1): 21-26.

Machado, I.C.S.; Lopes, A.V. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a Brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany** 94: 365-376.

Machado, I.C.S.; Sazima, M. 1987. Estudo comparativo da biologia floral em duas espécies invasoras: *Ipomoea hederifolia* e *I. quamoclit* (Convolvulaceae). **Revista Brasileira de Biologia** 47: 425 – 436.

Maimoni-Rodella, R.C.S.; Yanagizawa, Y. 2007. Floral biology and breeding system of three *Ipomoea* weeds. **Planta Daninha** 25 (1): 35-42.

Manente-Balestieri, F.C.D.L. & V.L.L. Machado. 1999. Entomofauna visitante das flores de *Cassia spectabilis* (L.) DC. (Leguminosae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil** 28: 429-437.

Marques, M.D.; Golombek, D.; Moreno, C. 1997. Adaptação temporal. *In.*: Marques, N. & Menna-Barreto, L. (orgs.). 1997. **Cronobiologia**: princípios e aplicações. São Paulo: EDUSP. pp. 45 -84.

McMullen, C.K. 2009. Pollination biology of a night-flowering galápagos endemic *Ipomoea habeliana* (Convolvulaceae). **Botanical Journal of Linnean Society** 160: 11–20.

- Milet-Pinheiro, P.; Schlindwein, C. 2008. Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas em uma área do Agreste pernambucano, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 52 (4): 625-636.
- Oliveira, C.A.; Barbosa, J.D.; Duarte, M.D.; Cerqueira, V.D.; Riet-Correa, F.; Tortelli, F.P.; Riet-Correa, G. 2009. Intoxicação por *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) em caprinos na Ilha do Marajó, Pará. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 29 (7): 583-588.
- Oliveira-Júnior, D.A.; Silva, R.A.; Araújo, L.L.S.; Santos-Júnior, R.J.; Arnaud, A.F. 2008. Caracterização fenológica das plantas apícolas herbáceas e arbustivas da microrregião de Catolé do Rocha – PB – Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 3 (4): 86-99.
- Pacheco-Filho, A.J.S. 2010. **Ecologia da polinização e biologia reprodutiva de *Ipomoea bahiensis* Willd. no semi-árido brasileiro**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará. Ceará. 90p.
- Piedade, L.H. 1998. **Biologia da polinização e reprodutiva de sete espécies de Convolvulaceae na caatinga no sertão de Pernambuco**. Tese de doutorado. Instituto de Botânica da Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. 123 p.
- Piedade-Kiill, L.H.; Ranga, N.T. 2000. Biologia floral e sistema de reprodução de *Jacquemontia multiflora* (Choisy) Hallier F. (Convolvulaceae). **Revista Brasileira de Botânica** 23 (1): 37-43.
- Piedade-Kiill, L.H.; Ranga, N.T. 2003. Ecologia da polinização de *Ipomoea asarifolia* (Ders.) Roem. & Schult. (Convolvulaceae) na região semi-árida de Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica** 17 (3): 355-362.
- Piedade-Kiill, L.H.; Ranga, N.T. 2004. Biologia da reprodução de *Turbina cordata* (Choisy) Austin & Staples (Convolvulaceae) no sertão Pernambucano, Brasil. **Sitientibus** 4 (1-2): 14 - 19.

- Pinheiro, M.; Schlindwein, C. 1998. A câmara nectarífera de *Ipomoea cairica* (L.) Sweet (Convolvulaceae) e abelhas de glossa longa como polinizadores eficientes. **Iheringia Série Botânica** 51 (1): 3-16.
- Raguso, R.A.; Levin, R.A.; Foose, S.E.; Holmberg, M.W.; McDade, L.A. 2003. Fragrance chemistry, nocturnal rhythms and pollination “syndromes” in *Nicotiana*. **Phytochemistry** 63: 265–284.
- Santana, J.R.F.; Santos, G.M.M. 1999. Arborização do *campus* da UEFS: um exemplo a ser seguido ou um grande equívoco? **Sitientibus** (20): 103–107.
- Scogin, R.; Young, D.A.; Jones, C.E. 1977. Anthochlor pigments and pollination biology: II. The ultraviolet patterns of *Coreopsis gigantea* (Asteraceae). **Bulletin of the Torrey Botanical Club** 104: 155-159.
- Silva, L.M. 2008. **Elementos do sistema reprodutivo de etnovariedades de batata-doce, provenientes do Vale do Ribeiral, SP, Brasil**. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo. São Paulo. 63 p.
- Simão-Bianchini, R.; Pirani, J.R. 2005. Duas novas espécies de Convolvulaceae de Minas Gerais, Brasil. **Hoehnea** 32 (2): 295-300.
- Simão-Bianchini, R.S. & Ferreira, P.P.A. 2010. **Convolvulaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB000093>>. Acesso em: 19 de março de 2011.
- Siqueira, K.M.M.; Kiill, L.H.P.; Martins, C.F.; Lemos, I.B.; Monteiro, S.P.; Feitoza, E.A. 2009. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do Vale do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura** 31 (1): 01-12.
- Stephenson, A.G.; Thomas, W.W. 1977. Diurnal and nocturnal pollination of *Catalpa speciosa* (Bignoniaceae). **Systematic Botany** 2 (3): 191-198.
- Thomazini, M.J.; Thomazini, A.P.B.W. 2002. Diversidade de Abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em inflorescências de *Piper hispidinervum* (C.DC.). **Neotropical Entomology** 31 (1): 27-34.

- van Doorn, W.G.; van Meeteren, U. 2003. Flower opening and closure: a review. **Journal of Experimental Botany** 54 (389): 1801-1812.
- Viana, B.F.; Kleinert, A.M.P. 2005. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of Northeastern Brazil. **Biota Neotropica** 5 (2): 1-13.
- Vidal, W.N.; Vidal, M.R.R. 2000. **Botânica – Organografia**: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. 4ª ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 124 p.
- Weberling, F. 1989. **Morphology of flowers and inflorescences**. Cambridge: Cambridge University Press. 405 p.

APÊNDICES



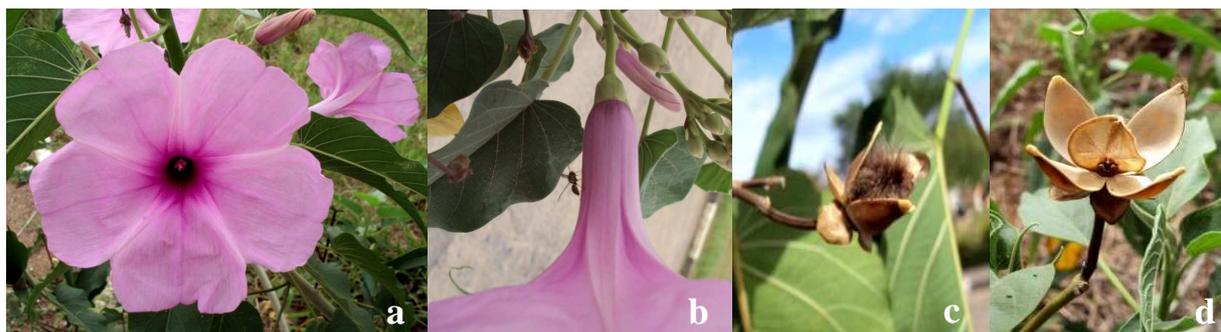
Apêndice 1 – Indivíduo florido de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), na área de estudo, às margens da estrada secundária, no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA).



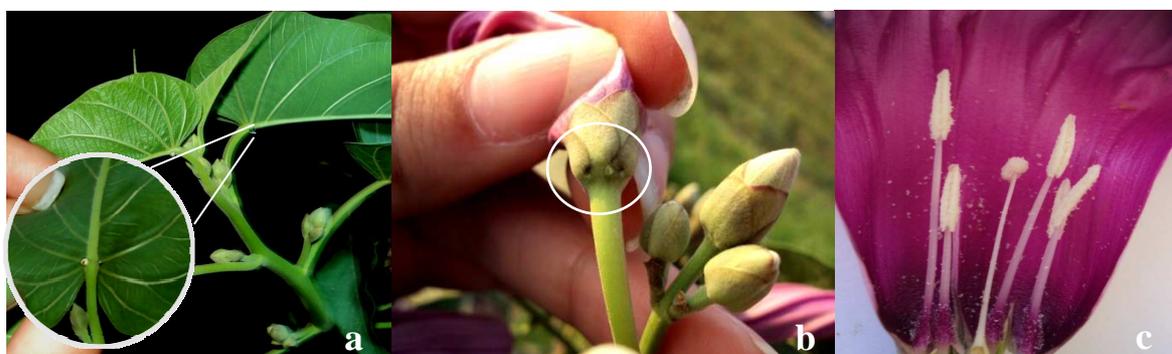
Apêndice 2 - Aspecto geral da área em estudo destacando a população em estudo de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae) disposta em ambos os lados das margens da estrada secundária, no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana.



Apêndice 3 – a. Aspecto geral do fragmento de vegetação original presente na área de estudo, notar a presença de caatinga arbórea no horizonte. **b.** Presença do cultivo de plantas introduzidas, invasoras e ornamentais no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana.



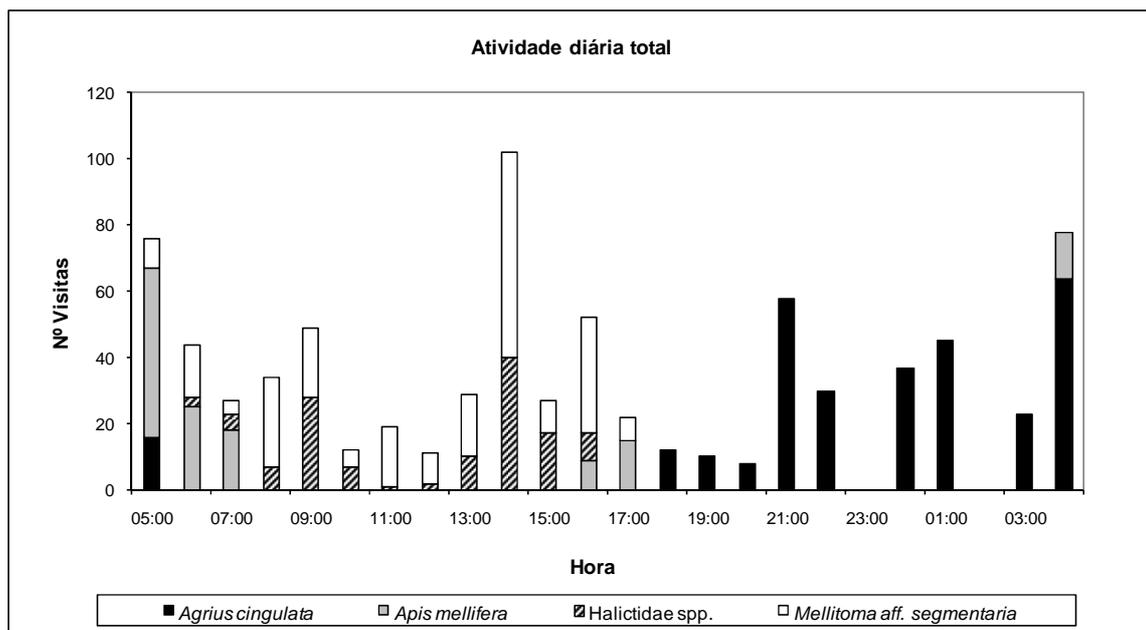
Apêndice 4 – *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae). **a.** Flor aberta, atrás a flor em perfil, notar a tubo floral. **b.** Flor do tipo infundibiliforme, com o tubo floral mais estreito na base e mais largo no ápice. **c.** Fruto em forma de cápsula, seco pronto para a dispersão. **d.** Cápsula seca aberta, sem semente.



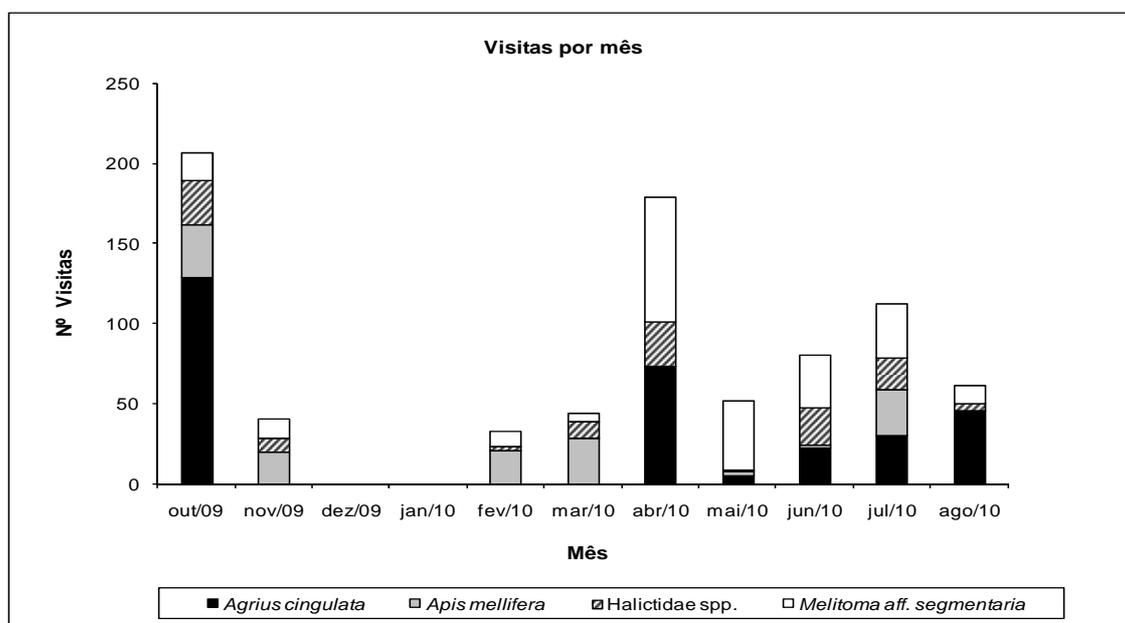
Apêndice 5 – Nectários nupciais e extra-nupciais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae). **a.** Duas estruturas secretoras de extra-nupciais na face abaxial das folhas. **b.** Cinco estruturas secretoras extra-nupciais na base do cálice das flores e botões florais. **c.** Presença de nectário nupcial intrafloral, ao redor do ovário, na base da flor. Notar a presença de estames heterodínamos próximos entre si e ao estigma da flor.



Apêndice 6 – Sequência do desenvolvimento da flor de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), de botão em pré-antese até a senescência completa da flor.



Apêndice 7 – Número total de visitas e atividade diária das principais espécies de visitantes florais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.



Apêndice 8 – Número total de visitas por mês das principais espécies de visitantes florais em *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana (BA), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010.



Apêndice 9 – Visitantes florais de *Ipomoea carnea* subsp. *fistulosa* (Convolvulaceae), entre os meses de outubro/2009 a agosto/2010, no *Campus* da Universidade Estadual de Feira de Santana. **a.** e **b.** *Melitoma* aff. *segmentaria* (Fabricius, 1804) após a coleta de néctar, notar a presença de pólen na região ventral. **c.** *Melitoma* aff. *segmentaria* “parada” nas flores durante a tarde. **d.** *Melitomella* sp. deixando a flor após a coleta de néctar. **e.** *Apis mellifera* (Lepeletier, 1836) após a saída da flor, notar a presença de pólen na cabeça e no tórax. **f.** *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793) abandonando a flor após a coleta de néctar. **g.** e **h.** *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *grisescens* (Lepeletier, 1841) chegando à flor e na seqüência coletando néctar. **i.** *Diabrotica speciosa* cf. (Germar, 1824) após coleta de néctar, eventualmente apresentando grãos de pólen aderidos na antena do animal. Foto: Maurício Ádames. **j.** *Nyctelius nyctelius* (Latreile, 1824) coletando néctar. Foto: Clarissa Cunha. **k.** *Phoebis sennae* (Linnaeus, 1758) coletando néctar. Foto: Maurício Ádames. **l.** *Battus polydamas* (Linnaeus, 1758) coletando néctar. Foto: Maurício Ádames.

ANEXO