



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

Nívia Almeida Figueiredo

**Utilização dos recursos florais por abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille,
1802 (Hymenoptera, Apidae) em um ambiente de restinga no Litoral
Norte na Bahia.**

Feira de Santana – Bahia

Abril, 2010

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

**Utilização dos recursos florais por abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille,
1802 (Hymenoptera, Apidae) em um ambiente de restinga no Litoral
Norte na Bahia.**

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

Nívia Almeida Figueiredo

Orientador: Prof^a Dr^a Miriam Gimenes (UEFS)

Feira de Santana – Bahia

Abril, 2010

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

COMISSÃO EXAMINADORA

Título da dissertação: **Utilização dos recursos florais por abelhas do gênero *Xylocopa* Latreille, 1802 (Hymenoptera, Apidae) em um ambiente de restinga no Litoral Norte na Bahia.**

Aluna: Nívia Almeida Figueiredo

Orientadora: Dra. Miriam Gimenes

Profª. Dra . Miriam Gimenes
Universidade Estadual de Feira de Santana

Profª. Dra . Cândida Maria Lima Aguiar de Mendonça
Universidade Estadual de Feira de Santana

Prof. Dr. Mauro Ramalho
Universidade Federal da Bahia

HOMOLOGADA EM / /2010

AGRADECIMENTOS

À Professora, orientadora e amiga, Dra. Miriam Gimenes, pela disponibilidade e confiança em orientar este projeto, pelas críticas, amizade, paciência e carinho constantes durante todo o trabalho.

À minha família pelo suporte constante e pelo apoio em todos os momentos da etapa deste trabalho.

À Nelson Luís, pelo amor, alegria e companheirismo, além do grande incentivo nos momentos de dificuldade durante toda a minha jornada acadêmica.

A mestre e amiga, Patrícia Oliveira-Rebouças, pelas sugestões durante a confecção da dissertação e principalmente pela amizade, interesse e discussões enriquecedoras durante toda a minha permanência no Laboratório de Entomologia (LENT).

À amiga Janete Jane pelo carinho, solidariedade, incentivo e suporte constante durante nossa jornada em busca da nossa formação como mestre em Zoologia.

Ao amigo, Murilo Dantas, pelo auxílio na análise estatística, amizade e por tornar as viagens de campos mais divertidas.

À amiga Dra. Gesline Almeida pelas sugestões durante a confecção da dissertação, pelo carinho e atenção a mim dispensados.

Aos colegas da Pós-graduação, especialmente Bruna Tanure e Welber Pina pela amizade e principalmente pela convivência agradável.

Aos professores, funcionários e estagiários do Laboratório de Entomologia (LENT) da Universidade Estadual de Feira de Santana, pelo apoio técnico e científico.

Ao Prof. Dr. Fernando Zanella pela identificação das abelhas.

Ao Prof. Erivaldo Queiroz pela identificação das espécies vegetais.

Ao Prof. Dr. Antonio Christian de Andrade Moura pela leitura crítica do Abstract.

Ao curador do MZUEFS, Prof. Dr. Freddy Bravo, por manter e preservar os espécimes das abelhas estudadas.

À CAPES pela concessão de bolsa através do Programa de Pós-graduação de Zoologia. À FAPESB pelo auxílio financeiro ao trabalho de campo através do Projeto FAPESB - APRO 114/2007. E à

UEFS pelo apoio através de transporte e infraestrutura do Laboratório de Entomologia. Ao apoio do CNPq e MCT através do Projeto de Cooperação e Consolidação de Pesquisas em Biologia, Ecologia, Conservação e Sistemática de Insetos Sociais (Hymenoptera) entre grupos de pesquisa em insetos sociais do Programa de Pós-Graduação em Zoologia-PPGZOO (UEFS) e Programa de Pós-Graduação em Zoologia-PPGZOO (USP) (do Edital MCT/CNPq/CT-Infra/CT-Petro/Ação Transversal IV N° 16/2008, Processo: 620021/2008-0).

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram na realização deste trabalho.

ÍNDICE DE TABELAS

Página

- Tabela 1.** Número total e constância de indivíduos machos e fêmeas das espécies de abelhas do gênero *Xylocopa* coletados nas flores em Baixo, Esplanada (BA), de abril/2008 a março/2009. N = nº de indivíduos coletados e C = constância. **22**
- Tabela 2.** Lista das espécies vegetais visitadas por *Xylocopa* spp. Na restinga de Baixo (Esplanada-Bahia), durante abril/08 a março/09. Hábito das espécies: arb=arbusto; herb=herbáceo; subarb=subarbusto. Cor das flores: b=branca; a=amarela; l=lilás e r=rosa. Disposição das flores (D): infl=inflorescência e isol=isolada. Recurso (R) utilizado pelas abelhas: n=néctar e p=polén. Simetria das flores (S): act=actinomorfa; zig=zigomorfa e ass=assimétrica. Síndrome floral (Sf): melit=melitofilia; miof=miofilia; esfin=esfingofilia e psico=psicofilia. Unidade de polinização das flores (U): col=coletivista; ind=individual; int=intermediária. Número de indivíduos coletados (N) em cada espécie vegetal. Xce= *X. cearensis*; Xsb= *X. subcyanea*; Xfr= *X. frontalis* e Xsu= *X. suspecta*. **23**
- Tabela 3.** Nº de indivíduos de *Xylocopa cearensis* coletados em espécies vegetais entre abril/08 a março/09, na restinga de Baixo, Esplanada, Bahia, Brasil. (As letras representam as iniciais dos meses do ano). **25**
- Tabela 4.** Medidas da largura do tórax (média, mínima e máxima em mm) de *Xylocopa* spp. nas flores em Baixo, BA. CV= coeficiente de variação. **25**
- Tabela 5.** Sobreposição de nicho trófico entre as espécies de *Xylocopa* na restinga de Baixo, durante abril/2008 a março/2009. **26**
- Tabela 6.** Coeficientes de correlação de Spearman (rs) entre a precipitação e outros fatores climáticos mensais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e insolação). O valor da probabilidade (p), em negrito, indica que a correlação foi significativa. **28**
- Tabela 7.** Estimativa da floração mensal das espécies vegetais visitadas por *Xylocopa* spp. em Baixo, Esplanada, BA, entre abril/08 e março/09. ■=muito florida; □ = florida. **30**
- Tabela 8.** Valores da correlação de Spearman ($p < 0,05$) entre as variáveis climáticas **30**

coletadas ao longo do dia (temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa) e o número de indivíduos coletados de *X. cearensis* e *X. subcyanea* nas flores em Baixio, Esplanada, BA, durante abril/08 a março/2009.

Tabela 9. Espécies vegetais visitadas por *X. cearensis* e *X. subcyanea* durante a estação seca e chuvosa em Baixio, Esplanada, BA, entre abril/08 a março/09 **32**

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Valores médios de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica do município de Esplanada (BA) de abril/2008 à março/2009 (www.inmet.gov.br).	18
Figura 2. Dendrograma de similaridade entre as espécies de <i>Xylocopa</i> spp. com base no índice de Sorensen para as espécies plantas visitadas durante abril/08 a março/09 na restinga de Baixio, Esplanada (BA).	27
Figura 3. Valores entre precipitação (mm) e o número de indivíduos de <i>Xylocopa</i> spp. coletados nas flores em Baixio, Esplanada, Bahia, de abril/08 a março/09.	28
Figura 4. Plantas visitadas por <i>Xylocopa</i> spp. ao longo do dia, entre abril/08 e março/09, a temperatura média correspondente, em Baixio, Esplanada, Bahia.	31
Figura 5. Atividade diária de <i>X. cearensis</i> predominantemente visitadas nas espécies vegetais na estação seca, em Baixio, Esplanada, Bahia (janeiro a março/2009).	33
Figura 6. Intensidade luminosa (lux) e temperatura média (°C) na estação seca (janeiro a março/09) e chuvosa (junho a agosto/08), em Baixio, Esplanada, Bahia.	34

SUMÁRIO

	Página
Índice de tabela	vi
Índice de figura	viii
Resumo	x
Abstract	xi
Introdução	12
Objetivo geral	16
Objetivos específicos	16
Metodologia	18
Área de estudo	18
Metodologia	19
Resultados	23
Composição da fauna	23
Recursos florais coletados.... ..	23
Amplitude e sobreposição de nicho trófico.....	26
Atividades diárias e mensais	28
Trimestre seco e chuvoso	31
Discussão	34
Considerações Finais.....	41
Referencias bibliográficas	42
Apêndice	48

RESUMO

Abelhas de grande porte, como as espécies do gênero *Xylocopa*, estão geralmente associadas com a polinização das plantas em ambientes de dunas e restingas que com frequência, apresentam vegetação herbácea arbustiva, adaptada às condições de alta salinidade e elevada irradiação solar. Este trabalho visa investigar as interações entre as abelhas do gênero *Xylocopa* e as plantas visitadas para a coleta dos recursos florais, com enfoque nos aspectos morfológicos e temporais. O trabalho de campo foi desenvolvido em Baixio, Esplanada, BA (12°06'31,7'' S e 37°41'59,8'' W) (APA do Litoral Norte), mensalmente, de abril/08 a março/09, durante dois dias consecutivos, das 6:30 às 17:00 h. As abelhas foram coletadas durante 5 a 10 min. a intervalos de 1 hora em cada planta florida. Foram coletados 366 indivíduos de *Xylocopa* spp. representados por: *X. cearensis*, *X. frontalis*, *X. subcyanea* e *X. suspecta*. *Xylocopa cearensis* apresentou maior número de indivíduos, foi a mais constante e com a maior diversidade de uso de fontes de recursos florais, seguida por *X. subcyanea*. Estas duas espécies de *Xylocopa* têm tamanho semelhante e compartilharam muitas fontes florais, com valor de 61% de similaridade. Ambas as abelhas concentraram a coleta em poucas espécies de plantas, destacando-se: *Cuphea brachiata*, *Croton sellowii*, *Waltheria cinerascens* e *Chamaecrista ramosa*. Na estação seca, foi registrado o maior número de indivíduos de *X. cearensis* nas flores em relação à estação chuvosa. Em ambas as estações, *C. brachiata* e *C. sellowii* foram as plantas mais utilizadas por *X. cearensis* e *X. subcyanea*. As abelhas *Xylocopa* spp. têm destaque na polinização de plantas abundantes que, por sua vez desempenham papel chave na manutenção em abelhas na restinga ao longo do ano.

Palavra-chave: *Xylocopa cearensis*, *Xylocopa subcyanea*, utilização de recursos florais, Angiosperma.

ABSTRACT

Larger bees, such as *Xylocopa* spp., are common pollination of plant species from these habitats. Given the ecological importance of coastal plains and sand dunes ecosystem, this study aimed to evaluate the interactions between bees of the genus *Xylocopa* and the plants providing floral resources focusing on how the interplay of morphology and temporal pattern affect floral visitation. This study was carried out in Baixio, Esplanada, BA (North Coast Environmental Protection area). Monthly, from April 2008 to March 2009, during two consecutive days the bees were collected for 5 to 10 min. in each flowering plant. Throughout the study photos of the plants visited were taken and plant specimens collected. A total of 366 individuals of *Xylocopa* spp. were collected belonging to the following species: *X. cearensis*, *X. frontalis*, *X. subcyanea* and *X. suspecta*. *Xylocopa cearensis* had the largest number of individuals collected and was present during all study. This species also presented the greatest diversity of floral resources used, followed by *X. subcyanea*. These bees were of similar size and used many floral resources in common, as indicated by the similarity index in the use of plants. Both bees visited chiefly a few plant species to collect floral resources, such as *Cuphea brachiata*, *Croton sellowii*, *Waltheria cinerascens* and *Chamaecrista ramosa*. The highest number of *X. cearensis* individuals was recorded during the dry season. Both in wet and dry season, *C. brachiata* and *C. sellowii* were the plant species most used by *X. cearensis* and *X. subcyanea*. In the coastal dunes, *Xylocopa* bees are important pollinators, a few and abundant plant species such as *C. brachiata* and *C. sellowii* play a key role maintaining the population of *Xylocopa* spp. throughout the year.

Keyword: *Xylocopa cearensis*, *Xylocopa subcyanea*, use of floral resources, Angiospermae

INTRODUÇÃO

As abelhas do gênero *Xylocopa*: distribuição, biologia e diversidade

As abelhas do gênero *Xylocopa* (Xylocopini) Latreille, 1802 pertencem à subfamília Xylocopinae e esta dividida em quatro tribos: Ceratinini, Allopadini, Manueliini e Xylocopini. A tribo Xylocopini compreende as grandes abelhas que nidificam em madeira, com exceção das abelhas do subgênero paleártico *Proxylocopa*, que nidificam em solo (Silveira *et al.*, 2002).

São abelhas primariamente tropicais e subtropicais ocorrendo em ambos os hemisférios, com poucas espécies atingindo as regiões temperadas (Hurd & Moure, 1963; Michener, 2000) e apresentam ampla distribuição geográfica (Hurd & Moure, 1963), com cerca de 750 espécies, sendo 50 registradas no Brasil e 15 na região Nordeste (Silveira *et al.*, 2002). A maioria das espécies possui hábito solitário, a fêmea funda o ninho sozinha e não existe contato entre gerações (Gerling *et al.*, 1989).

As diferentes espécies de *Xylocopa* podem ser univoltinas (apresentando uma geração, produzida por uma mesma fêmea por ano), bi ou multivoltinas (Gerling *et al.*, 1989) com sua fase reprodutiva e o ciclo de vida dependente de vários fatores climáticos e ambientais, inclusive umidade e temperatura, e também da disponibilidade de recursos florais (Appanah, 1985). Estas abelhas podem coletar recursos florais de plantas cujo florescimento ocorre de forma seqüenciada, nos diferentes meses do ano (Appanah, 1985; Roubik, 1989).

A maioria das espécies do gênero *Xylocopa* é polilética, isto é, visita um grande número de espécies vegetais, concentrando-se, porém, em alguns recursos mais atrativos. Elas também podem apresentar constância floral associada com a abundância de certas espécies vegetais em uma determinada hora do dia, época do ano ou local (Gerling *et al.*, 1989).

A maioria das espécies deste gênero é diurna, visitam diferentes flores e evitam aquelas que já tenham sido visitadas recentemente por outra abelha. Esta característica, a qual provavelmente eleva a eficiência da coleta de recurso floral e da polinização da flor, está associada à marcação das

flores por feromônios (Gerling *et al.*, 1989). A coleta de néctar por essas abelhas é normalmente realizada de modo “legítimo”, em nectários florais e/ou extra-florais. Em flores com nectário inacessível estas abelhas podem também praticar o roubo de néctar através de perfurações feitas no cálice e na corola, com as gáleas maxilares. A coleta de pólen é feita ativamente nas anteras por varredura, passivamente por ocasião da coleta de néctar ou através da vibração de anteras com deiscência poricida, ficando aderido a diferentes partes do corpo que contatam as anteras (Faegri & Van Der Pijl, 1979).

Polinização por abelhas com ênfase em *Xylocopa* nas dunas e restingas

Os insetos, principalmente as abelhas, constituem um dos principais grupos de polinizadores das Angiospermas, os quais desempenham atividade fundamental nas comunidades florísticas alógamas, pois são responsáveis por grande parte do fluxo gênico entre indivíduos e populações adjacentes (Faegri & Pijl, 1979).

A maior eficiência das abelhas como polinizadores se dá, tanto pela sua riqueza e abundância, quanto por suas adaptações morfológicas e comportamentais para a coleta dos recursos florais principalmente, pólen e néctar, às vezes disponibilizados em estruturas complexas nas plantas, assegurando a reprodução de um grande número de espécies botânicas, principalmente nas regiões tropicais (Proctor *et al.*, 1996).

Os atributos florais morfológicos ou ecológicos estão relacionados aos vetores de polinização (Proctor *et al.*, 1996). Diferentes conjuntos de atributos florais caracterizam as diferentes síndromes de polinização, entre as quais está a melitofilia, ou síndrome de polinização por abelhas (Faegri & Van Der Pijl, 1979).

Segundo Gottsberger *et al.* (1988) nas restingas costeiras há o predomínio da melitofilia e vários estudos nas restingas do Nordeste do Brasil, mostram a importância das abelhas como polinizadores de plantas nativas. Dentre estes se destacam os estudos no Maranhão (Gottsberger *et al.*, 1988; Albuquerque *et al.*, 2007; Ribeiro *et al.*, 2008), na Paraíba (Silva & Martins, 1999; Madeira-da-Silva & Martins, 2003), em Pernambuco (Teixeira & Machado, 2000) e na Bahia

(Costa & Ramalho, 2001; Viana *et al.*, 2001; Ramalho & Silva, 2002; Oliveira-Rebouças & Gimenes, 2004; Viana & Kleinert, 2005; Gimenes & Lobão, 2006; Viana *et al.*, 2006; Gimenes, 2007; Pigozzo *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2007).

Provavelmente, devido aos ventos fortes e freqüentes, as abelhas de grande porte, em particular espécies de *Xylocopa* Latreille, 1802 são bastante comuns e têm um papel importante na polinização das espécies de plantas nas dunas e restingas costeiras (Gottsberger *et al.*, 1988; Viana *et al.*, 2002).

Estudos mostram que algumas espécies de *Xylocopa* são importantes na polinização de alguns grupos de plantas nativas e de importância econômica, incluindo as com flores de grande tamanho, como as encontradas em várias espécies de *Passiflora* (Passifloraceae) (Gerling *et al.*, 1989; Sazima & Sazima, 1989), que necessitam para sua polinização a visita de insetos de porte médio e/ou grande (Ruggiero, 1980; Freitas & Oliveira Filho, 2001). Plantas que apresentam anteras poricidas, como por exemplo *Solanum* (Solanaceae), *Cassia*, *Chamaecrista* (Leguminosae-Caesalpinioideae) cujo pólen é coletado por vibração (Buchmann, 1983) e flores pequenas e nectaríferas, como *Cuphea* (Lythraceae), *Waltheria* (Sterculiaceae) também são fontes importantes de recurso para estas abelhas.

Estudos sobre as abelhas e as plantas que elas utilizam como fonte de recursos florais em áreas de restinga tornam-se interessante pelo fato da vegetação neste ambiente ser do tipo aberto e as plantas florescerem quase o ano todo, porém com picos em diferentes meses (Gottsberger *et al.*, 1988; Viana & Kleinert, 2005; Silva & Martins, 1999), oferecendo muitas alternativas de nichos alimentares ao longo do ano, tornando dessa forma, possíveis várias investigações sobre as interações entre as abelhas e as plantas e os recursos coletados no tempo e no espaço.

O ambiente de restinga

A faixa costeira brasileira, com aproximadamente 8.500 km de extensão, abriga uma grande diversidade e um mosaico de ecossistemas de alta relevância, em função das elevadas variações climáticas e geomorfológicas (Ferreira, 2001). Entre esses ambientes costeiros, as restingas

recobrem a estreita faixa continental de areias holocênicas de origem marinha (Fernandes, 1998), cobrindo cerca de 80% do litoral brasileiro (Lacerda *et al.*, 1993).

As restingas são cobertas principalmente por vegetação herbácea arbustiva, apresentam solos arenosos, ácidos e pobres em nutrientes, devido à lixiviação pelas chuvas constantes. Estas condições propiciam o desenvolvimento de flora e fauna com características próprias, adaptadas aos fatores físicos dominantes: salinidade, extremos de temperatura, ventos fortes e carregados de sal vindos do mar, escassez de água e insolações fortes e diretas (PRODESU, 2001). São consideradas ecossistemas de grande fragilidade no contexto do macrozoneamento do litoral brasileiro (Rocha *et al.*, 2007), especialmente em alguns estados como a Bahia. O Litoral Norte do Estado da Bahia apresenta cerca de 200 km de restinga inserida na Área de Proteção Ambiental – APA do Litoral Norte (Silva & Menezes, 2007). Esta região vem sofrendo acelerado processo de degradação pela ação antrópica por apresentar um elevado potencial turístico e imobiliário (Barreto & Alvarenga, 2007).

As formações vegetais destes ambientes costeiros é variável dependendo da região em que se encontram, sendo grande parte das restingas formadas por “moitas” com espaços de areia nua e com algumas extensões maiores de matas de restinga (Cerqueira, 2000). As famílias Leguminosae-Caesalpinioideae, Myrtaceae, Orchidaceae, Bromeliaceae, Rubiaceae, Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Malpighiaceae, Lythraceae e Anacardiaceae são as mais representativas em abundância nesses ecossistemas (Pinto *et al.*, 1984; Pereira & Araújo, 2000; Queiroz, 2007).

OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo geral estudar a fauna de abelhas do gênero *Xylocopa* e as plantas visitadas para coleta de recursos florais, em área de restinga na APA do Litoral Norte da Bahia. Foi dada ênfase à diversidade de espécies e nas características morfológicas das flores utilizadas por essas abelhas e aos aspectos morfológicos e temporais que contribuíram para a partição dos recursos e dinâmica da comunidade.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

1. Realizar um inventário das espécies de abelhas do gênero *Xylocopa* e das plantas visitadas, na área de restinga selecionada ao longo do ano para responder as seguintes questões:
 - Qual a abundância relativa das espécies de *Xylocopa* na área de estudo?
 - Quais são as espécies vegetais predominantemente utilizadas como fontes alimentares por *Xylocopa* spp.?
 - Existiria alguma característica predominante nas flores das plantas mais utilizadas por essas abelhas, como cor, forma e tamanho?
 - Existiria alguma relação entre tamanho da abelha e características florais ?
2. Analisar a amplitude e a similaridade de nichos tróficos das espécies de *Xylocopa* para responder as seguintes questões:
 - Qual o grau de sobreposição na utilização dos recursos florais pelas diferentes espécies de *Xylocopa*?
 - Espécies abundantes de *Xylocopa* spp. também apresentam maior sobreposição?
 - Como as fontes de recursos florais afetam a sobreposição entre as espécies de *Xylocopa*?

3. Investigar a influência dos fatores meteorológicos (umidade relativa, precipitação, intensidade luminosa e temperatura) na atividade de vôo das abelhas do gênero *Xylocopa* ao longo do dia e nos diferentes meses do ano para responder as seguintes questões:
- Qual a variação no número de indivíduos em atividade de vôo das espécies de *Xylocopa* nos diferentes meses do ano e nos diferentes horários do dia?
 - Há período de maior atividade de vôo das diferentes espécies de *Xylocopa* spp.?
 - Há partição temporal de recursos florais?
4. Verificar se existe diferença na utilização das espécies de plantas ao longo do dia entre a estações seca e a chuvosa pelas abelhas do gênero *Xylocopa* para responder as seguintes questões:
- Há mudança na importância das diferentes fontes florais ao longo do dia?
 - Há espécies vegetais que são importantes como fontes de recursos florais para *Xylocopa* spp. em ambas as estações?
 - Há diferença nos horários de atividade de forrageio das abelhas entre as estações?

METODOLOGIA

Área de estudo

O trabalho de campo foi desenvolvido em uma área de restinga na Área de Proteção Ambiental (APA) do Litoral Norte da Bahia, localizada em Baixo, distrito de Esplanada (12°06'31,7" S e 37°41'59,8" W) (Apêndice D). Esta área apresenta a vegetação bastante preservada, e seu entorno ainda não apresenta grandes empreendimentos imobiliários, comuns no circuito turístico do Litoral Norte.

O clima é tropical úmido, com a temperatura média anual de 25,4 °C, sendo a média das máximas anual, 31 °C e a média das mínimas 21 °C e a pluviosidade anual média de 1600 a 2000 mm (SEI, 1999). Durante o ano de estudo, observou-se baixa amplitude térmica, sendo que os maiores valores de temperatura mensal média máxima ocorreram de janeiro a março (aproximadamente 30°C) e os menores valores ocorreram de junho a agosto (aproximadamente 24°C) e a precipitação total foi 1227,5mm (www.inmet.gov.br) (Figura 1).

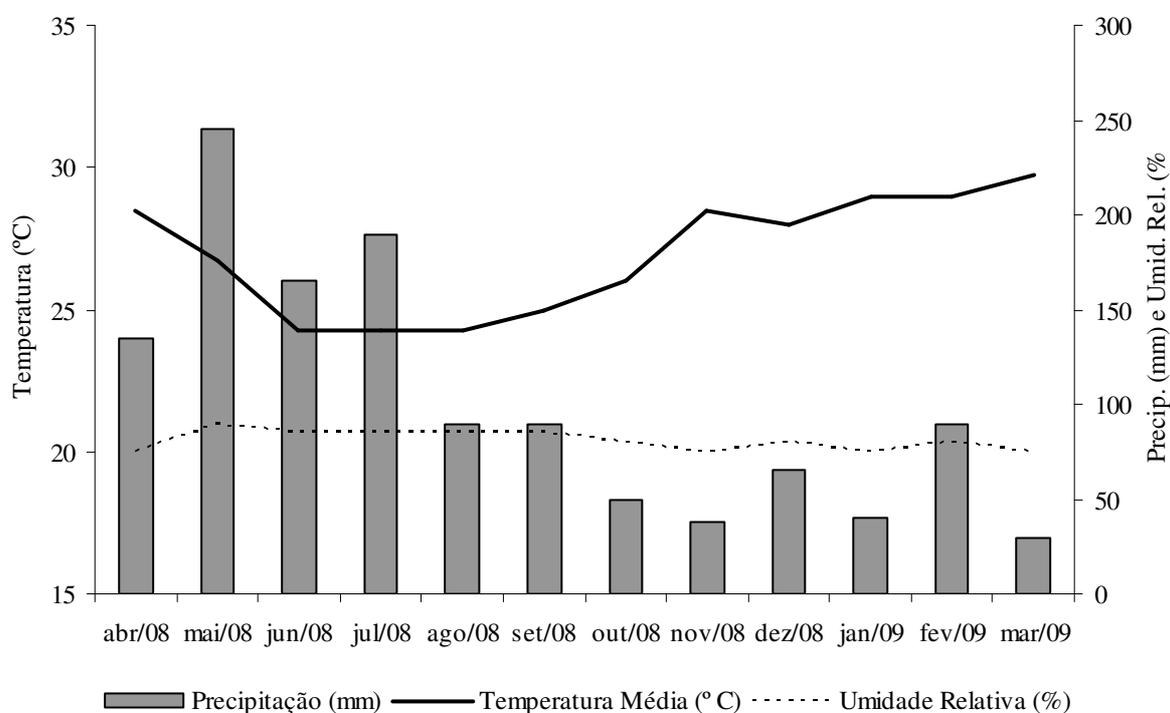


Figura 1. Valores médios de temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica do município de Esplanada (BA) de abril/2008 a março/2009 (www.inmet.gov.br).

Para definir o trimestre seco e chuvoso da área de estudo foi feita uma adaptação dos conceitos de Tubelis & Nascimento (1986) que consideram como um trimestre seco, quando atinge de 1 a 22% da precipitação total anual e como um trimestre chuvoso de 27 a 61%. Foi selecionado um trimestre na estação chuvosa e um na estação seca para a área de estudo. O trimestre chuvoso abrangeu os meses de maio a julho (49% do total de precipitação anual), com valores de temperatura mensais mais baixos e o trimestre seco, nos meses de janeiro a março (13% do total de precipitação anual) com valores de temperatura mensais elevados (Figura 1).

Na área estudada observamos moitas de estrato arbóreo-arbustivo espaçadas e entremeadas por vegetação herbácea. No estrato arbóreo-arbustivo predominam espécies das famílias Anacardiaceae, Leguminosae-Caesalpinioideae, Sterculiaceae, Bromeliaceae e Myrtaceae, enquanto que no estrato herbáceo predominam espécies de Lythraceae e Leguminosae-Caesalpinioideae. Esta vegetação encontra-se distribuída em grandes extensões de areias em dunas e em áreas planas, onde também ocorrem lagoas, rios e brejos.

Metodologia

As coletas das abelhas nas flores foram realizadas mensalmente de abril de 2008 a março de 2009, das 6:30 às 17:00 h , por 2 dias consecutivos. Três coletores percorreram aleatoriamente a área de estudo, de aproximadamente 3,7 hectares, permanecendo cerca de 5 a 10 minutos em cada planta com flor (método adaptado de Sakagami *et al.*, 1967). As abelhas do gênero *Xylocopa* foram coletadas através de captura direcionada, com rede entomológica.

Para as análises do tamanho corporal das abelhas, foram realizadas medidas com paquímetro digital da largura do tórax (entre as tégulas), em 10 indivíduos de cada espécie, com exceção de *Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta* Moure & Camargo, 1988 em que foram medidos dois indivíduos. Para classificar o tamanho das abelhas foi realizada uma adaptação das categorias propostas por Roubik (1989) que considerou abelhas de grande porte, as que apresentavam a largura do tórax

acima de 6 mm. Foi proposto neste estudo mais 3 categorias: largura de tórax entre 6 a 7,9 mm classificadas como moderadamente grande; entre 8,0 a 11,9 mm como grande e acima de 12 mm, como muito grande.

As categorias relativas à quantidade de flores ou de inflorescências de cada espécie vegetal (intensidade de floração) visitada por *Xylocopa* spp. foi determinada como florida (até 100 flores ou inflorescências) e muito florida (acima de 100 flores).

Para cada espécie de planta visitada por *Xylocopa* spp. foram registrados atributos florais como forma, simetria, cor e recurso floral coletado. Também foram feitas medidas do comprimento das inflorescências, do comprimento e diâmetro das flores com paquímetro digital em 10 flores (ou inflorescências) por espécie de planta. As flores foram classificadas de acordo com Machado & Lopes (2004) como: (1) pequenas, ≤ 10 mm de diâmetro; (2) médias, $> 10 \leq 20$ mm; (3) grandes $> 20 \leq 30$ mm e (4) muito grandes, > 30 mm.

As flores também foram classificadas de acordo com o tipo floral (“classes estruturais”) de acordo com Westercamp, C. (comunicação pessoal): (1) prato, (2) goela, (3) campânula, (4) pincel, (5) tubo, (6) quilha, (7) funil, (8) *stielteller* (Tubo muito estreito, com plataforma de pouso. Uma combinação de tubo e prato).

As flores foram enquadradas em sete categorias de cores, sendo considerada a cor mais evidente, de acordo com Machado e Lopes (2004): (1) amarela, (2) lilás/violeta (incluindo azul), (3) rosa (claro e choque); (4) branca; (5) vermelha; (6) esverdeada (incluindo bege e creme); (7) laranja.

As unidades de polinização e a organização das flores e inflorescências foram caracterizadas de acordo com Ramirez *et al.* (1990) como: (1) individual, quando cada flor é visitada individualmente; (2) coletivista, quando as visitas são realizadas à inflorescência como um todo e os visitantes contatam mais de uma flor simultaneamente, neste caso a inflorescência toda é considerada como a unidade de polinização e (3) intermediária, quando as visitas são individuais ou coletivas dependendo do tamanho e comportamento do visitante/polinizador.

Para determinação da síndrome floral das espécies vegetais utilizadas como recurso floral pelas abelhas do gênero *Xylocopa* foi utilizada a classificação proposta por Faegri & Van Der Pijl (1979).

A análise comparativa da atividade externa diária das abelhas durante a estação seca e chuvosa foi feita para as espécies de *Xylocopa* spp. com mais de 20 indivíduos coletados nas flores durante todo o ano de estudo.

Os dados de temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa foram coletados com Termohigrômetro digital e Luxímetro, respectivamente, em intervalos de 1 hora, durante todo o tempo de observação. Os dados macroclimáticos da área do estudo (temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa) foram obtidos através do site www.inmet.gov.br.

A constância das espécies de abelhas foi calculada pela fórmula: $C = (\text{número da amostra por espécie} / \text{número total da amostra}) \times 100$. De acordo com o valor obtido, as espécies foram separadas em três categorias: Co = constante ($C > 50\%$), A = acessória (C entre 25% e 50%), e Ac = acidental ($C < 25\%$) (Silveira-Neto *et al.*, 1976).

Para analisar a utilização dos recursos florais pelas diferentes espécies de *Xylocopa* foram calculadas a similaridade das fontes utilizadas, amplitude e sobreposição do nicho trófico.

A similaridade de fontes florais visitadas pelas abelhas foi obtida através do coeficiente de similaridade de Sørensen, sendo considerado 50% como o valor mínimo desse índice neste estudo e a fórmula utilizada: $S = 2c / (sa + sb)$, onde “sa” representa o número de espécies de plantas visitadas pela espécie de abelha “a”; “sb” o número de espécies de plantas visitadas pela espécie de abelha “b” e “c” o número de espécies de plantas visitadas por ambas (Krebs, 1989).

A amplitude do nicho trófico de cada uma das espécies de abelhas do gênero *Xylocopa* foi calculada pelo índice de diversidade de Shannon (1948), para as espécies com mais de 10 indivíduos, através da fórmula: $H' = - \sum p_h \times \ln(p_h)$, onde p_h é a proporção de indivíduos coletados de cada espécie de abelha na planta h e \ln é o logaritmo neperiano do valor p_h . A equitatividade das visitas de cada espécie de abelha às espécies de plantas foi calculada através da fórmula $J' =$

H'/H'_{\max} , onde H'_{\max} é o logaritmo neperiano do número total de espécies de plantas visitadas pela espécie de abelha.

A sobreposição de nicho trófico entre os pares de espécies de *Xylocopa* foi calculada pelo índice de Schoener (1968), através da fórmula $NO_{ih} = 1 - \frac{1}{2} \sum_k |p_{ik} - p_{hk}|$ onde “i” e “h” representam as espécies de abelhas comparadas, p_{ik} e p_{hk} são as proporções de indivíduos respectivamente das espécies de abelha “i” e “h” coletados na espécie de planta k e p_{ik} é obtida dividindo-se o número de indivíduos da espécie “i” coletado na planta k pelo número total de indivíduos de “i” obtidos em todas as plantas.

As análises de correlação não-paramétrica de Spearman (r_s) (Programa StatSoft, 2005), para verificar as relações entre os fatores microclimáticos e da precipitação e as atividades de coleta dos recursos florais pelas abelhas do gênero *Xylocopa*, foram realizadas para as espécies que apresentaram mais de 20 indivíduos amostrados durante o ano de estudo.

Os dados de correlação entre o total de indivíduos do gênero *Xylocopa* e os fatores abióticos macroclimáticos (temperatura, umidade relativa, precipitação e insolação) foram analisados por estatística não-paramétrica utilizando o programa estatístico InStat 3.0 (Graphpad, 1999).

As abelhas coletadas foram montadas a seco, identificadas e depositadas na coleção entomológica Prof. Johann Becker do MZUEFS (Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana) e as plantas visitadas pelas abelhas do gênero *Xylocopa* foram herborizadas e depositadas no Herbário da UEFS.

RESULTADOS

Composição da fauna

Na restinga de Baixio, foram coletados nas flores 366 indivíduos pertencentes ao gênero *Xylocopa*, representados por quatro espécies: *Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis*, *Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta*, *Xylocopa (Megaxylocopa) frontalis* Olivier, 1789 e *Xylocopa (Schoenheria) subcyanea* Pérez, 1901. *X. cearensis* foi a espécie que apresentou o maior número de indivíduos coletados, seguida por *X. subcyanea*, ambas consideradas constantes nas flores. *X. frontalis* e *X. suspecta* foram consideradas espécies acessória e acidental respectivamente.

Tabela 1. Número total e constância de indivíduos machos e fêmeas das espécies de abelhas do gênero *Xylocopa* coletados nas flores em Baixio, Esplanada (BA), de abril/2008 a março/2009. N = n° de indivíduos coletados e C = constância.

Espécie	N ♂	N ♀	Total	C %	Categoria*
<i>X. cearensis</i>	5	297	302	100%	Co
<i>X. subcyanea</i>	5	46	51	75%	Co
<i>X. frontalis</i>		11	11	41,7%	A
<i>X. suspecta</i>		2	2	9,3%	Ac
Total	10	356	366		

* Co = constante (C>50%), A = acessória (C entre 25% e50%), e Ac = acidental (C<25%).

Recursos florais coletados

Das 57 espécies vegetais registradas nas restingas de Baixio (Apêndice II), as abelhas *Xylocopa* spp. foram coletadas em 18 espécies, pertencentes a 12 famílias botânicas (Tabela 2). Cerca de 30% dos indivíduos de *Xylocopa*, foram coletadas em quatro fontes florais, sendo três fontes de néctar (*Cuphea brachiata* (Mart.) Koehne, *Croton sellowii* Baill e *Waltheria cinerascens* A. St. Hilaire) e uma fonte de pólen: *Chamaecrista ramosa* (Vogel) H. S. Irwin & Barneby (Apêndice III).

Tabela 2. Lista das espécies vegetais visitadas por *Xylocopa* spp., na restinga de Baixo (Esplanada-Bahia), durante abril/08 à março/09. Xce= *X. cearensis*; Xsb= *X. subcyanea*; Xfr= *X. frontalis* e Xsu= *X. suspecta*. Hábito das espécies: arb=arbusto; herb=herbáceo; subarb=subarbusto. Cor das flores: b=branca; a=amarela; l=lilás e r=rosa. Disposição das flores (D): infl=inflorescência e isol=isolada. Recurso (R) utilizado pelas abelhas: n=néctar e p=polén. Simetria das flores (S): act=actinomorfa; zig=zigomorfa e ass=assimétrica. Síndrome floral (Sf): melit=melitofilia; miofi=miofilia; esfin=esfingofilia e psico=psicofilia. Unidade de polinização das flores (U): col=coletivista; ind=individual; int=intermediária. Número de indivíduos coletados (N) em cada espécie vegetal.

Espécie de planta	Hábito	Cor	D	R	S	Sf	Forma	U	N	N	N	N
									Xce	Xsb	Xfr	Xsu
Flores pequenas (< 10mm)												
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey	subarb	b	infl	n	act	miofi	câmpanula	col	2	1		
<i>Croton sellowii</i> Baill	arb	b	infl	n	act	psico	prato	col	57	4		
<i>Cuphea brachiata</i> (Mart.) Koehne	subarb	a	isol	n	zig	melit	tubular	ind	176	33		
<i>Cuphea sessilifolia</i> A. St.-Hil	subarb	r	isol	n	zig	melit	tubular	ind	3	1		
<i>Guettarda platypoda</i> A.W. Benn	arb	b	infl	n	act	esfin	<i>stielteller</i>	ind	1			
<i>Lantana lucida</i> Schauer	subarb	l	infl	n	act	psico	<i>stielteller</i>	col	1			
<i>Lippia</i> sp.	subarb	l	isol	n	zig	melit	goela	ind	7	4		
<i>Polygala martiana</i> DC.	herb	l	infl	n	zig	psico	quilha	int	2			
<i>Vernonia mucronifolia</i> DC.	herb	l	infl	n	act	psico	tubular	col	2	1		
<i>Waltheria cinerascens</i> A. St. Hilaire	arb	a	infl	n	zig	melit	câmpanula	col	33		1	
Flores grandes (> 20 ≤ 30mm)												
<i>Byrsonima microphylla</i> A. Juss.	arb	r	infl	p	zig	melit	*	ind		1		
<i>Chamaecrista cytisoides</i> H.Irwin & Barneby	arb	a	isol	p	ass	melit	*	ind			4	
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	herb	a	isol	p	ass	melit	*	ind	1			
<i>Chamaecrista ramosa</i> H. S. Irwin & Barneby	subarb	a	isol	p	ass	melit	*	ind	17	6		
<i>Marcetia taxifolia</i> A. St.-Hil.) DC.	subarb	l	isol	p	act	melit	prato	ind	1			
<i>Ouratea suaveolens</i> (A. St.-Hil.) Engl.	arb	a	isol	p	act	melit	prato	ind			1	
Flores muito grandes (mais de 30mm)												
<i>Tibouchina urceolaris</i> Renner	subarb	l	isol	p	act	melit	prato	ind	1		5	2
<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth	herb	l	isol	n	zig	melit	quilha	ind	1			

* Não se enquadra nas categorias proposta por Westercamp, C.

Xylocopa spp. visitaram plantas com hábitos de vida diferentes, sendo 44% subarbustos, 34% arbustos e 22% herbáceas. Estas abelhas também visitaram flores com cores diferentes como lilás (39%), amarela (33%), branca (17%) e rosa (11%). Quanto à simetria das flores visitadas, 44,4% foram actinomórficas, 39% zigomórficas e 16,6% assimétricas.

Xylocopa spp. foram coletadas em maior número em flores de tamanho pequeno (< 10 mm de diâmetro); seguidas por flores de tamanho grande (> 20 mm de diâmetro) e em flores muito grandes (com mais de 30 mm) (Tabela 2). Na sua maioria, as flores pequenas visitadas por essas

abelhas estavam dispostas em inflorescência. Destas, cinco espécies apresentaram a unidade de polinização coletivista e duas apresentaram a unidade de polinização individual. As flores grandes e muito grandes apresentavam principalmente disposição isolada e com unidade de polinização individual (Tabela 2).

Frequentemente as abelhas *Xylocopa* spp. coletavam néctar em flores pequenas que variaram quanto a forma e a unidade de polinização, na sua maioria dispostas em inflorescências. *Xylocopa* spp. coletavam geralmente pólen de anteras porcidas em flores grandes e muito grandes, na sua maioria dispostas de forma isolada e com unidade de polinização individual (Tabela 2).

Considerando as características florais, as plantas visitadas por *Xylocopa* spp. em Baixio, foram consideradas melitófilas (66,7%), psicófilas (22,3%), miófilas (5,5%) e esfingófilas (5,5%) (Tabela 2).

Dentre as abelhas do gênero *Xylocopa*, *X. cearensis* apresentou a maior riqueza no uso dos recursos florais (n = 15). Porém, essa abelha foi registrada no máximo em seis espécies vegetais em cada mês, tendo sido coletada principalmente nas flores de *Cuphea brachiata*, *Waltheria cinerascens* e *Croton sellowii*, na maior parte dos meses do ano (Tabela 3). A segunda espécie com maior número de indivíduos coletados, *X. subcyanea*, utilizou apenas oito espécies de plantas durante o ano, tendo sido coletada no máximo em quatro espécies vegetais em cada mês de coleta, principalmente nas flores de *C. brachiata* em sete meses.

As espécies do gênero *Xylocopa* coletadas em Baixio apresentaram grandes diferenças de tamanho corporal (Tabela 4), com exceção de *X. cearensis* e *X. subcyanea* classificadas como moderadamente grandes. Essas duas espécies foram coletadas principalmente em espécies vegetais com flores pequenas dispostas em inflorescências, sendo a maior parte coletivista. *X. suspecta* foi classificada como grande e *X. frontalis* como muito grandes e ambas foram coletadas principalmente em espécies vegetais com flores grandes e muito grandes. O pequeno número de indivíduos amostrados destas duas espécies (*X. suspecta* e *X. frontalis*) ainda não permite afirmar se existe diferença consistente em relação às espécies moderadamente grandes.

Tabela 3. Número de indivíduos de *Xylocopa cearensis* coletados em espécies vegetais entre abril/08 a março/09, na restinga de Baixo, Esplanada, Bahia, Brasil. (As letras representam as iniciais dos meses do ano).

Espécies vegetais	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Total
<i>Borreria verticillata</i>			2										2
<i>Croton sellowii</i>	9	2	1			2	1	6	3	20	12	1	57
<i>Cuphea brachiata</i>	3	1	2					2	37	2	52	74	173
<i>Cuphea sessilifolia</i>			1							1	1		3
<i>Guettarda platypoda</i>	1												1
<i>Lantana lucida</i>										1			1
<i>Lippia</i> sp.	1	1	2								3		7
<i>Polygala martiana</i>		2											2
<i>Vernonia mucronifolia</i>											2		2
<i>Waltheria cinerascens</i>	4					1	4	11	2	6	4	1	33
<i>Centrosema brasilianum</i>				1									1
<i>Chamaecrista flexuosa</i>												1	1
<i>Chamaecrista ramosa</i>	2					3		2	1			9	17
<i>Marcetia taxifolia</i>					1								1
<i>Tibouchina urceolaris</i>						1							1
Total de N° de indivíduos	20	6	8	1	1	7	5	21	43	30	74	86	302
Total de espécies vegetais	6	4	5	1	1	4	2	4	4	5	6	5	

Tabela 4. Medidas da largura do tórax (média, mínima e máxima em mm) de *Xylocopa* spp. nas flores em Baixo, BA. CV= coeficiente de variação.

Espécie	Classificação	Média	Desvio padrão	CV (%)	Min	Max
<i>X. cearensis</i>	moderadamente grande	7,51	0,21	2,2	7,23	7,88
<i>X. subcyanea</i>	moderadamente grande	6,33	0,17	2,7	6,03	6,57
<i>X. suspecta</i>	grande	9,72	0,08	0,8	9,66	9,78
<i>X. frontalis</i>	muito grande	12,16	0,26	2,2	11,8	12,64

Amplitude e Sobreposição de Nicho trófico

X. cearensis apresentou o nicho trófico mais amplo ($H'=1,37$), seguida de *X. subcyanea* ($H'=1,24$) e *X. frontalis* ($H'=1,16$). *X. cearensis* foi coletada em 15 espécies de plantas, embora a maioria dos indivíduos estivessem concentrados em quatro espécies: *C. brachiata*, *C. sellowii*, *W. cinerascens* e *C. ramosa*, o que resultou em uma baixa equitatividade ($J' = 0,51$). Em *X. frontalis*, as visitas foram registradas em quatro espécies de planta, *Tibouchina urceolaris* Renner, *Chamaecrista cytisoides* H. Irwin & Barneby, *Ouratea suaveolens* (A. St-Hil.) Engl. e *W.*

cinerascens. No entanto, essas visitas não se concentravam em nenhuma delas, apresentando dessa forma uma maior equitatividade ($J'=0,84$) do que as demais espécies de *Xylocopa*.

A sobreposição de nicho trófico foi maior (0,75) (Tabela 5) entre as espécies de tamanho similar, isto é, *X. cearensis* e *X. subcyanea*. Estas duas abelhas visitaram sete espécies vegetais em comum, sendo que o maior número de indivíduos de ambas as espécies foi registrado nas flores de *C. brachiata*. O moderado compartilhamento ($< 0,40$) entre as outras espécies de *Xylocopa* spp. pode estar relacionado ao pequeno número de indivíduos coletados

Tabela 5. Sobreposição de nicho trófico entre as espécies de *Xylocopa* na restinga de Baixio, durante abril/2008 a março/2009

	<i>X. subcyanea</i>	<i>X. frontalis</i>	<i>X. suspecta</i>
<i>X. cearensis</i>	0,757	0,09	0,003
<i>X. suspecta</i>	-	-	-
<i>X. frontalis</i>	-	-	0,454

O alto compartilhamento de fontes de recursos entre *X. cearensis* e *X. subcyanea* (60,9%) também foi observado nas análises de similaridade baseado na análise de Cluster com valor mínimo do índice (50%). Embora *X. frontalis* e *X. suspecta* tenham formado um agrupamento, este foi abaixo do valor mínimo (Figura 2).

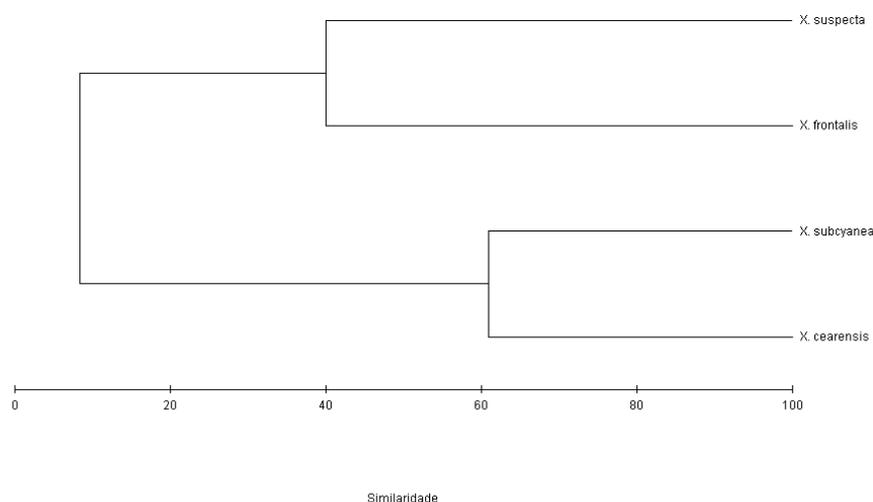


Figura 2. Dendrograma de similaridade de visita as flores, entre as espécies de *Xylocopa* spp. (índice de Sorensen) durante abril/08 a março/09 na restinga de Baixio, Esplanada (BA).

Atividades diárias e mensais

Em geral, as abelhas do gênero *Xylocopa*, foram coletadas em todos os meses e durante o dia todo (Figuras 3), especialmente *X. cearensis* que foi a abelha com o maior número de indivíduos coletados e presente em todos os meses do ano (constante nas flores). Porém esta abelha apresentou diferença no número de indivíduos entre os meses, sendo o maior número registrado em fevereiro (n=90) e março (n=103), cujos valores de precipitação foram 90 e 30 mm, umidade relativa de 80 e 75%, respectivamente e temperatura de 29 °C nos dois meses.

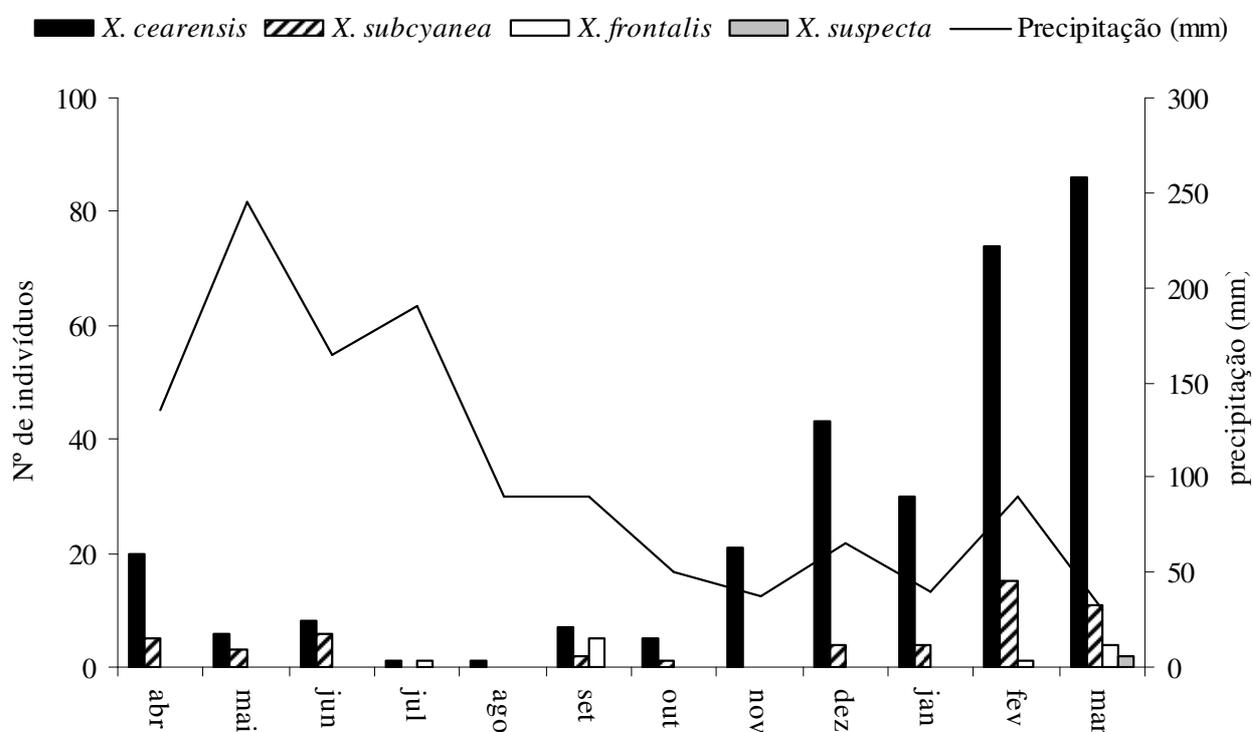


Figura 3. Valores de precipitação pluviométrica (mm) e o número de indivíduos de *Xylocopa* spp. coletados nas flores em Baixo, Esplanada, Bahia, de abril/08 a março/09.

Dentre as variáveis climáticas, somente a umidade relativa ($r_s = -0,67$; $p = 0,0185$) e a temperatura ($r_s = 0,87$; $p = 0,0005$) apresentaram correlação significativa, negativa e positiva, respectivamente, com o número de indivíduos coletados de *Xylocopa* spp. ao longo dos meses (Tabela 6). Durante os meses de dezembro a março quando se coletou o maior número de

indivíduos de *X. cearensis* também foi observado o maior florescimento de *C. brachiata*, a planta mais atrativa para esta espécie (Tabela 7)

Tabela 6. Coeficientes de correlação de Spearman (rs) entre a precipitação e outros fatores climáticos mensais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e insolação. O valor da probabilidade (p), em negrito, indica que a correlação foi significativa.

Fatores climáticos	rs	P
Temperatura (°C)	0,87	0,0005
Precipitação (mm)	- 0,51	0,0892
Umidade relativa (%)	- 0,67	0,0185
Insolação (horas)	0,54	0,0667

O menor número de indivíduos de *Xylocopa* spp. (Figura 3) foram registrados nos meses de julho (n=2). Durante o mês de julho, duas espécies de plantas muito visitadas em outros meses, apresentavam-se muito floridas (*W. cinerascens* e *C. ramosa*); entretanto a principal fonte de néctar (*C. brachiata*) não estava em floração (Tabela 7).

Xylocopa spp. coletavam recursos nas flores entre 7:00 e 17:00 h, com a temperatura variando de 25 a 39°C, umidade relativa de 26,6 a 99% e intensidade luminosa de 34 a 79.700 lux. Porém não foi observada correlação significativa entre a atividade diária das abelhas mais abundantes (*X. cearensis* e *X. subcyanea*) e os fatores meteorológicos diários (temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa) (Tabela 8).

A coleta do néctar por *Xylocopa* spp. de um modo geral foi registrada ao longo do dia, principalmente entre 11:00 e 13:00 h nas flores de *C. brachiata*, *C. sellowii* e *W. cinerascens*. O forrageio de pólen foi registrado com maior frequência pela manhã, entre 7:00 e 9:00 h, principalmente em *C. ramosa*, com a diminuição do número de visitas até o final da manhã (12:00 h) (Figura 4), quando a maior parte das flores desta espécie estava fechada.

Tabela 7. Estimativa da floração mensal das espécies vegetais visitadas por *Xylocopa* spp. em Baixio, Esplanada, BA, entre abril/08 e março/09. ■=muito florida; □ = florida.

Espécie de planta	A	M	J	J	A	S	O	D	J	F	M
<i>Borreria verticillata</i>	□	□	□	■			□		□	□	□
<i>Croton sellowii</i>	□	□	□	□		□	□	□	□	□	□
<i>Cuphea brachiata</i>	□	■	■				□	■	■	■	■
<i>Cuphea sessilifolia</i>								□	□	□	□
<i>Guettarda platypoda</i>	□	□	□						□	□	□
<i>Lantana lucida</i>							□	□	□		
<i>Lippia</i> sp.	□	■	■	■		□	□	□	□	□	□
<i>Polygala martiana</i>	□	□	□	□				□	□		
<i>Vernonia mucronifolia</i>	□	□	□	□					□	□	
<i>Waltheria cinerascens</i>	■	□	□	■		□	□	□	□	□	□
<i>Byrsonima microphylla</i>	□	□	□	□		□	□	□	□		
<i>Chamaecrista cytisoides</i>					□			□			
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	□			□			□	□	□	□	□
<i>Chamaecrista ramosa</i>	□	□	■	■	□		□	□	□	□	□
<i>Marcetia taxifolia</i>							□	□	□	□	□
<i>Ouratea suaveolens</i>		■						□	□		
<i>Tibouchina urceolaris</i>					□			□	□	■	■
<i>Centrosema brasilianum</i>	□	□	□	■	□		□	□	□	□	□

Tabela 8. Valores da correlação de Spearman ($p < 0,05$) entre as variáveis climáticas coletadas ao longo do dia (temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa) e o número de indivíduos coletados de *X. cearensis* e *X. subcyanea* nas flores em Baixio, Esplanada, BA, durante abril/08 a março/2009.

Fatores climáticos	<i>X. cearensis</i>	<i>X. subcyanea</i>
Temperatura (°C)	0,17	0,16
Umidade relativa (%)	-0,12	-0,3
Intensidade luminosa (lux)	0,11	0,26

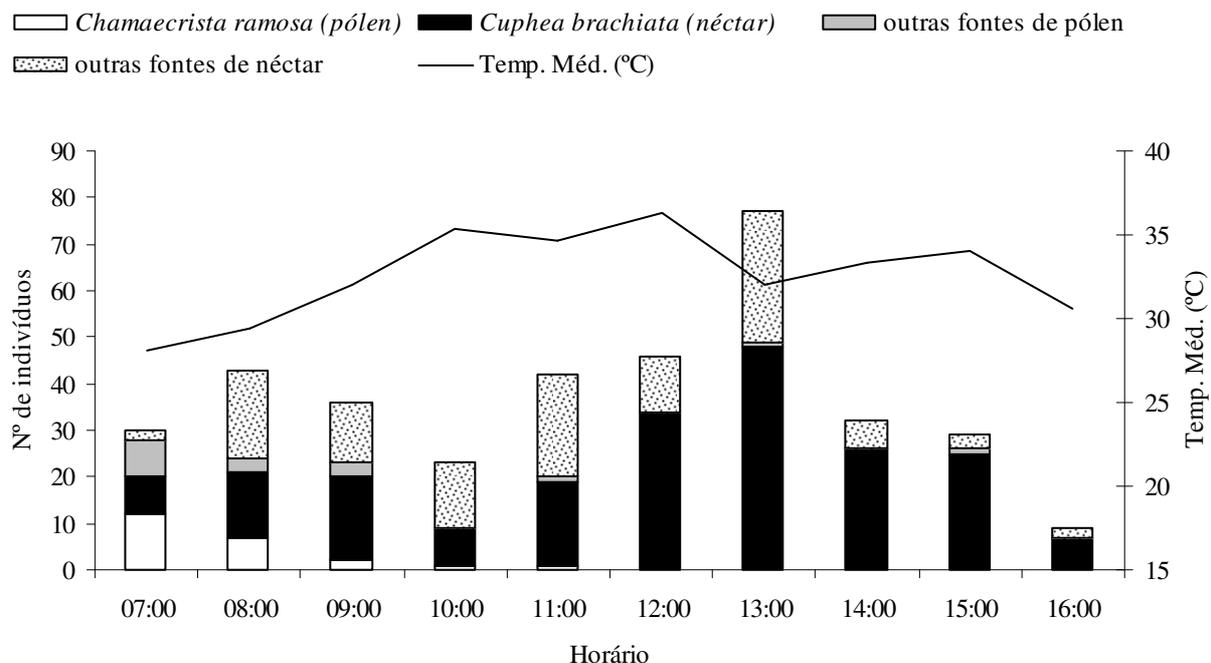


Figura 4. Plantas visitadas por *Xylocopa* spp. ao longo do dia, entre abril/08 e março/09, a temperatura média correspondente, em Baixio, Esplanada, Bahia.

Trimestre seco e chuvoso

Um maior número de indivíduos de abelhas *Xylocopa* foram coletados na estação seca (janeiro a março) (n= 220) do que na chuvosa (maio a julho) (n=24). Este resultado se deve ao número muito maior de *X. cearensis* na estação seca (n=190) do que na estação chuvosa (n=15).

X. cearensis coletou em nove espécies de plantas na estação seca e em sete na estação chuvosa e *X. subcyanea* coletou em quatro espécies de plantas na estação seca e em cinco na estação chuvosa. Durante a estação chuvosa foi observado um maior número de espécies de plantas na condição de “muito florida”, em relação à estação seca (Tabela 7). Dentre as espécies vegetais visitadas por essas duas abelhas, *C. brachiata* e *C. sellowii* foram as mais utilizadas para coleta de néctar em ambas as estações e para a coleta de pólen, *C. ramosa*, foi utilizada por *X. subcyanea* em ambas as estações, e por *X. cearensis*, somente na estação seca (Tabela 9).

Tabela 9. Espécies vegetais visitadas por *X. cearensis* e *X. subcyanea* durante a estação seca e chuvosa em Baixo, Esplanada, BA, entre abril/08 a março/09.

Espécie vegetal	Estação seca		Estação chuvosa	
	<i>X. cearensis</i>	<i>X. subcyanea</i>	<i>X. cearensis</i>	<i>X. subcyanea</i>
<i>C. ramosa</i>	9	3		1
<i>C. flexuosa</i>	1			
<i>C. brachiata</i>	128	23	3	4
<i>C. sessilifolia</i>	2		1	1
<i>C. sellowii</i>	33	3	3	1
<i>Lippia</i> sp.	3		3	2
<i>P. martiana</i>			2	
<i>W. cinerascens</i>	11			
<i>L. lúcida</i>	1			
<i>V. mucronifolia</i>	2			
<i>B. verticillata</i>		1	2	
<i>C. brasilianorum</i>			1	
Total	190	30	15	9

Na estação seca, *X. cearensis* iniciaram as atividades de coleta de recursos florais às 7:00 h, sendo o maior número de abelhas coletado entre 8:00 e 9:00 e entre 11:00 às 15:00 h, com pico às 13:00 h (Figura 5). Neste intervalo de hora os valores de temperatura e intensidade luminosa estavam elevados (30 - 34°C e 46.200 - 75.100 lux) (Figura 6). *X. subcyanea* não foi coletada nas flores em todos os horários do dia e também não apresentou um pico de atividade de coleta de pólen e néctar.

X. cearensis nesta estação coletou pólen de manhã, das 7:00 às 9:00 h em *C. ramosa* e a coleta de néctar foi registrada ao longo do dia, principalmente das 11:00 às 15:00 h em *C. brachiata* e *C. sellowii* (Figura 5), com valores de temperatura e intensidade luminosa elevados (Figura 6). Na estação chuvosa, a atividade diária de *X. cearensis* e *X. subcyanea* ocorreu em horários dispersos ao longo do dia.

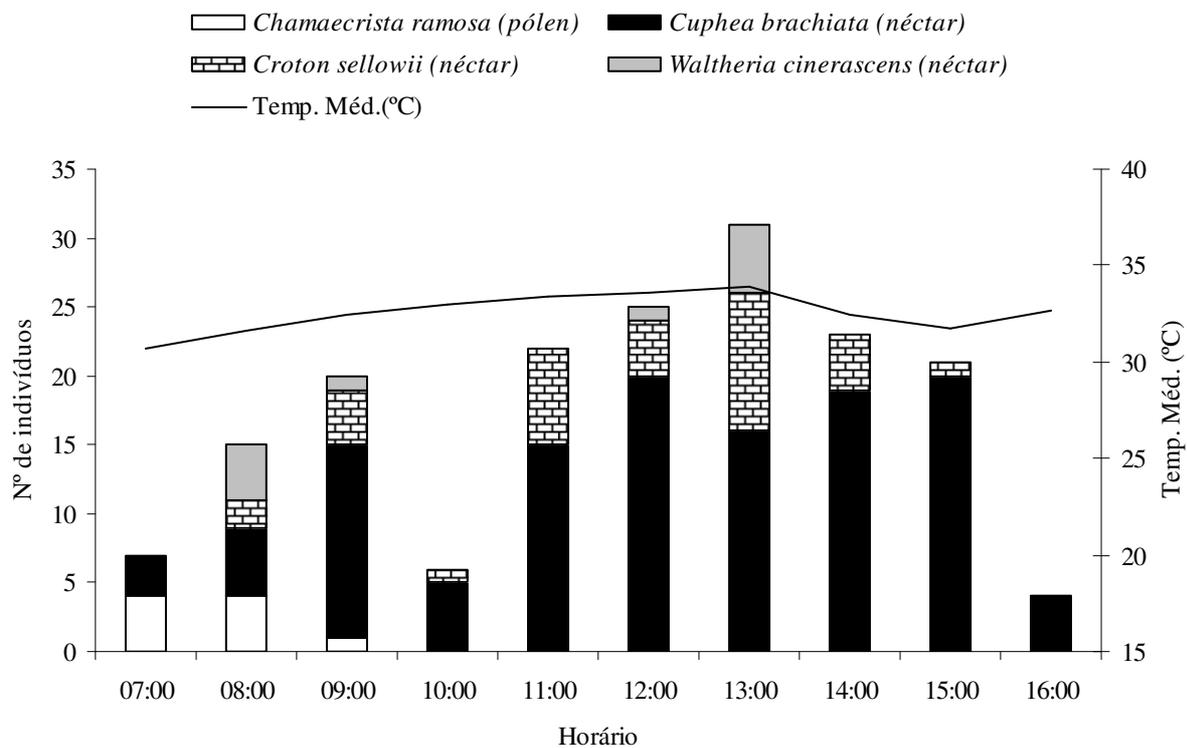


Figura 5. Atividade diária de *X. cearensis* predominantemente visitadas nas espécies vegetais na estação seca, em Baixio, Esplanada, Bahia (janeiro a março/2009).

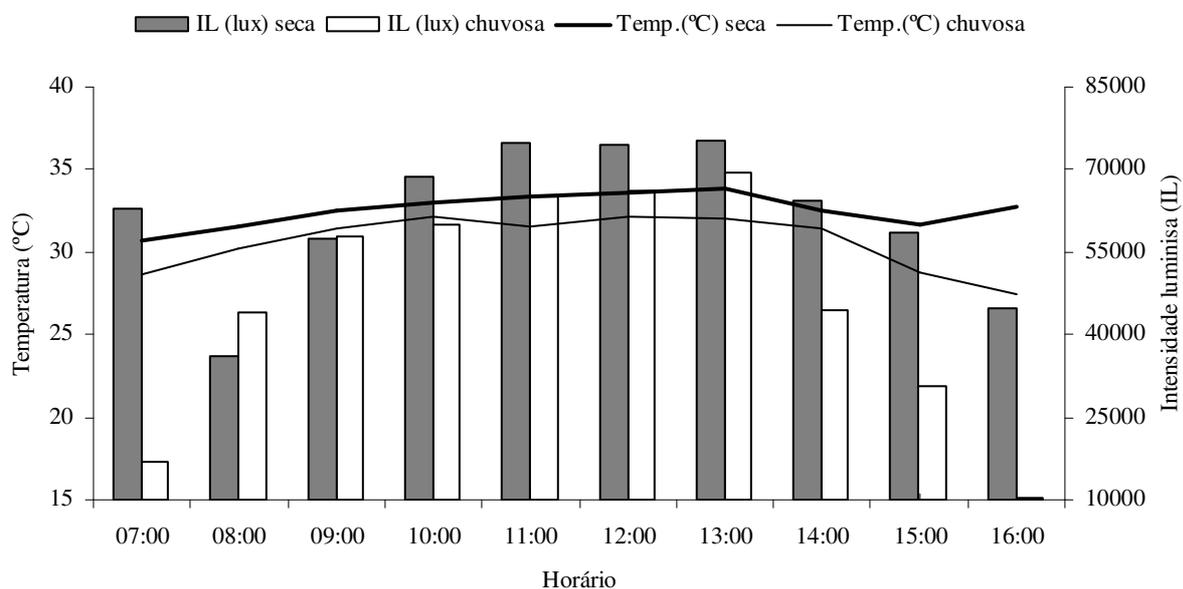


Figura 6. Intensidade luminosa (lux) e temperatura média (°C) na estação seca (janeiro a março/09) e chuvosa (junho a agosto/08), em Baixio, Esplanada, Bahia.

DISCUSSÃO

Das 15 espécies do gênero *Xylocopa* registradas para o Nordeste do Brasil (Silveira *et al.*, 2002), sete foram observadas em áreas de dunas e restingas (Silva *et al.*, 2009), sendo três espécies no Maranhão (Gottsberger *et al.*, 1988; Albuquerque *et al.*, 2007), quatro (Madeira-da-Silva, 2004) e cinco espécies (Madeira-da-Silva & Martins, 2003) na Paraíba e seis em Salvador na Bahia (Viana & Kleinert, 2005).

Dentre as espécies de *Xylocopa* coletadas em Baixio, *X. cearensis* foi dominante, além de constante, sendo coletada na maioria das espécies de plantas melitófilas visitadas por este gênero. A dominância desta espécie também foi observada em várias áreas de restinga no Nordeste do Brasil (Madeira-da-Silva & Martins, 2003, Viana *et al.*, 2002, Viana & Kleinert, 2005; Albuquerque *et al.*, 2007). Segundo Costa *et al.* (2002) essa abelha pode ser considerada uma espécie residente de dunas e restingas, sendo apontada por Costa & Ramalho (2001) como polinizador chave na comunidade das dunas de Salvador (APA do Abaeté, Salvador – BA). Porém, esta espécie foi encontrada também em Goiás, Minas Gerais e Matos Grosso (Silveira *et al.*, 2002), estados que não apresentam dunas litorâneas.

X. subcyanea, a segunda em número de indivíduos coletados e também constante nas flores na restinga de Baixio, foi registrada somente nos estados da Bahia e Alagoas (Silveira *et al.*, 2002). Na Bahia foi encontrada em ambiente de restinga (Viana & Kleinert, 2005; Gimenes *et al.*, 2006), geralmente visitando plantas com anteras poricidas (Oliveira-Rebouças & Gimenes, 2004).

X. frontalis foi coletada em pequeno número na área de estudo e em flores grandes como *T. urceolaris*, *O. suaveolens* e *C. cytisoides*. Porém, no Parque Metropolitano de Pituacú, Salvador (BA), esta espécie se destacou como uma das abelhas dominantes (Silva, 2003). Segundo Gottsberger *et al.* (1988), *X. frontalis* poliniza principalmente espécies de flores grandes, mas não se destaca numericamente em comunidades da planície costeira. Nas restingas de Mamanguape, PB (Madeira-da-Silva, 2004), essa espécie visitou um número relativamente elevado de plantas, concentrando as visitas em *Crotalaria retusa* L., fonte de néctar e pólen para estas abelhas.

X. suspecta também foi pouco coletada na restinga de Baixo. Nas dunas de Stella Maris, APA do Abaeté, Salvador - BA, *X. frontalis* destacaram-se como polinizadores de *Ouratea suaveolens* e apesar da frequência de visitas ter sido relativamente baixa, estas abelhas foram consideradas muito eficientes na polinização (Costa & Ramalho, 2001).

Outras espécies do gênero *Xylocopa* se destacaram em abundância em outras áreas de restinga do Nordeste, como *X. carbonaria* nas dunas de São Luís do Maranhão (Gottsberger *et al.*, 1988). No geral, abelhas de grande porte, como espécies de *Xylocopa*, são abundantes em ambientes abertos de dunas e restingas do Nordeste do Brasil, caracterizados por umidade relativa e temperatura constantemente alta e por fortes ventos (acima de 4m/s) (Gottsberger *et al.*, 1988).

Embora espécies de *Xylocopa* sejam apontadas como visitantes florais generalistas (Gerling *et al.*, 1989; Albuquerque & Mendonça, 1996; Viana *et al.*, 2002; Agostini & Sazima, 2003; Aguiar & Gaglianone, 2008) também podem concentrar a coleta de recursos em algumas espécies. Em Baixo, *X. cearensis* visitou 15 espécies vegetais, porém as abelhas foram mais coletadas em três espécies nectaríferas (*C. brachiata*, *W. cinerascens* e *C. sellowii*) e apenas uma espécie fornecedora de pólen (*C. ramosa*), todas muito abundantes na área de estudo, florescendo durante vários meses do ano. Nas dunas do Abaeté, Salvador, BA, *C. brachiata* e *C. ramosa* também apresentavam o maior número de abelhas visitantes (Viana *et al.*, 2006). Ou seja, as espécies dominantes de *Xylocopa* concentraram o forrageio em poucas fontes florais também abundantes.

Cuphea brachiata foi a principal fonte de néctar para *X. cearensis* em Baixo e o sistema *C. brachiata* e *X. cearensis* parece ser chave para a manutenção da flora e fauna das dunas de Abaeté, Salvador (BA). (Pigozzo *et al.*, 2007). *Cuphea flava* Spreng, também foi a espécie mais visitada por *Xylocopa* em ecossistema de restinga na Paraíba (Madeira-da-Silva, 2004). *X. cearensis* também utilizou como fonte de néctar as flores de *W. cinerascens* em Baixo. Essa abelha foi considerada um polinizador efetivo das flores de *W. cinerascens* em uma área de duna na Bahia (Costa & Ramalho, 2001).

Em Baixo, as abelhas do gênero *Xylocopa*, concentraram as coletas de pólen em flores de *C. ramosa*, que apresentam anteras poricidas. Em outra área de duna do litoral Norte da Bahia

(Stella Maris, Salvador, BA), *X. cearensis* foi considerada um polinizador efetivo para esta planta (Costa & Ramalho, 2001). Pinheiro *et al.* (1988) observaram nas restingas do Rio de Janeiro a polinização das flores de *C. ramosa* por *Xylocopa brasilianorum* Linnaeus, 1767 e nas dunas de São Luís do Maranhão, Albuquerque *et al.* (2007) observaram a polinização de *Chamaecrista hispidula* (Vahl) H. S. Irwin & Barneby por *Xylocopa* spp. Segundo Costa & Ramalho (2001) esse panorama indica uma interação previsível e estreita entre *Xylocopa* spp. e espécies do gênero *Chamaecrista* em ambientes de dunas e restingas. Com base nos resultados obtidos neste trabalho e na literatura, *C. ramosa* pode ser considerada uma das principais fontes de pólen para as abelhas do gênero *Xylocopa*, e por outro lado essas abelhas podem ser consideradas polinizadores chaves para as espécies do gênero *Chamaecrista*, especialmente em ambientes de restinga.

A preferência floral das abelhas associada à abundância de certas espécies vegetais em um determinado local, ou época do ano, não necessariamente indica especialização, mas provável plasticidade comportamental (Sakagami & Laroca, 1971). Assim, abelhas generalistas poderiam rapidamente explorar e coletar recursos florais de plantas diferentes, cujo florescimento ocorre de forma seqüenciada, nos diferentes meses do ano (Appanah, 1985). Free (1963) trabalhando com *Apis mellifera* Linnaeus 1758 considerou que abelhas poliléticas podem apresentar uma constância floral facultativa ou temporária, enquanto a fonte de recurso é favorável. Isto poderia também estar ocorrendo com *X. cearensis* com relação às plantas mais visitadas em Baixio.

A escolha das flores pelas abelhas está relacionada com atributos florais como cor e forma (Faegri & Van Der Pijl, 1979). Na restinga de Baixio o maior número de indivíduos de *Xylocopa* spp. foi coletado em flores de cor amarela e lilás, o que também se observou em outras áreas de dunas e restinga, no Maranhão (Gottsberger *et al.*, 1988; Albuquerque *et al.*, 2007) e na Bahia (Silva, 2003; Viana *et al.*, 2006).

Oito espécies de plantas visitadas por *Xylocopa* spp. em Baixio apresentavam flores de pequeno tamanho e que estavam agrupadas em inflorescência. Flores pequenas reunidas em densas inflorescências, podem ser muito atrativas para as abelhas de grande porte (Dafni & Kevan, 1997). Flores isoladas de grande tamanho também foram visitadas por *Xylocopa*, provavelmente existindo

uma relação entre essas abelhas de grande porte como *Xylocopa* spp. e flores isoladas grandes ou flores pequenas agrupadas em forma de inflorescências que atuam como unidade funcional.

A amplitude do nicho trófico de *X. cearensis* em Baixio (18 espécies de plantas visitadas) foi semelhante à encontrada em São Marcos (MA) onde esta abelha visitou 20 espécies de plantas (Albuquerque *et al.*, 2007). Madeira-da-Silva (2004) observou *X. cearensis* em uma área de restinga na Paraíba visitando seis espécies de plantas, não concentrando as visitas em nenhuma planta em particular. Porém, Viana *et al.* (2002) trabalhando em uma área de dunas em Abaeté, Salvador (BA), observou que esta espécie de abelha visitou 43 espécies de plantas. Estas diferenças podem estar relacionada com o esforço amostral e o tamanho da área considerada por Viana *et al.* (2002) (8,2 ha) que foi maior do que a amostrada em Baixio (3,7 ha).

A baixa equitatividade das visitas de *X. cearensis* em Baixio foi devido à concentração de um grande número de indivíduos em quatro espécies vegetais. Nas dunas de Abaeté, Salvador (BA), *X. cearensis* também concentrou as visitas em três espécies vegetais (Viana *et al.*, 2002) e em São Marcos (MA) em duas espécies (Albuquerque *et al.*, 2007).

O elevado grau de compartilhamento e sobreposição de nicho entre *X. cearensis* e *X. subcyanea*, pode ser explicado pela semelhança de tamanho e abundância elevada dessas duas espécies. Alguns estudos também consideram esta correspondência entre tamanho da flor e tamanho dos visitantes para as plantas de forma geral (Frankie *et al.*, 1983; Dafni & Kevan, 1997). Além disso, o compartilhamento pode estar relacionado à abundância das plantas, uma vez que quatro das sete espécies vegetais compartilhadas entre essas abelhas também eram as mais abundantes em Baixio.

Xylocopa spp. foram ativas durante todo o ano de estudo, ocorrendo o maior número de indivíduos de *X. cearensis* e *X. subcyanea* nas flores entre os meses de janeiro a março (estação seca) e o menor número entre julho e agosto (estação chuvosa). Gimenes *et al.* (2006) em um estudo sobre atividade externa de *X. subcyanea* nos ninhos nas restingas de Areembepe (BA) verificaram que escavação do ninho ocorreu em agosto a entrada com pólen ocorreu principalmente durante os meses de dezembro e janeiro e a, indicando que as fases de provisionamento dos ninhos

ocorreram na estação seca e a construção na estação chuvosa, o que pode ter ocorrido com *Xylocopa* spp. durante a estação seca e chuvosa em Baixio. Se os ninhos foram construídos principalmente na estação chuvosa e seu provisionamento na estação seca, então o resultado de Baixio corrobora com a existência de um ciclo anual de atividade de *Xylocopa* na restinga. Porém, como observamos abelhas adultas voando em todos os meses do ano, estas abelhas poderiam ter mais de uma geração por ano.

As atividades forrageiras ao longo dos meses de *Xylocopa* spp. podem ser influenciadas pela temperatura e umidade relativa, uma vez que foi obtida uma correlação positiva e negativa (respectivamente) significativa com o número de indivíduos coletados dessas abelhas durante os meses de estudo. Segundo Linsley (1958) a influência dos fatores meteorológicos sobre a atividade de forrageio de abelhas solitárias é muito complexa, podendo atuar conjuntamente a intensidade luminosa, vento e temperatura.

Já os picos de atividade diária de *X. cearensis* e *X. subcyanea* em Baixio ocorreram quando os valores de intensidade luminosa e temperatura estavam elevados, porém não houve correlação significativa entre estes fatores climáticos e as atividades forrageiras dessas abelhas ao longo do dia. Segundo Lutz (1931) a intensidade luminosa pode ser considerada um fator muito importante para o início das atividades das abelhas, no caso de abelhas diurnas logo de manhã, geralmente próximo do nascer do sol, porém ao longo do dia este fator não teria influência na atividade do vôo. A ausência de significância da temperatura na atividade forrageira de *Xylocopa* spp. pode estar relacionada com o fato das abelhas estarem coletando dentro de uma faixa considerada como “janela termal” (Willmer & Stone, 2004) por muitos autores para as atividades de vôo das abelhas, e não porque a temperatura não teria importância para estas atividades. Segundo Heinrich (1993) abelhas tropicais que apresentam altas taxas metabólicas em vôo, de certa forma não dependeriam da temperatura ambiente, pois estas conseguiriam regular a temperatura corpórea utilizando a musculatura do vôo, e/ou dissipando o calor através do abdômen relativamente grande, a exemplo de abelhas como *Xylocopa varipuncta* Patton, 1879, de grande porte, que voam a temperatura ambiente de 12 a 40°C, regulando sua temperatura torácica de 33 a 46,5°C. Sendo assim, os valores de temperatura diária

em que *Xylocopa* spp. foram observadas forrageando em Baixio (de 25 a 39°C) estariam dentro de um intervalo encontrado em outras espécies de *Xylocopa* para a atividade de vôo, e provavelmente estaria dentro de um ótimo de temperatura para o vôo destas abelhas.

Quando comparamos os dados de atividade diária nos diferentes meses do ano nas plantas visitadas por *Xylocopa* spp. em Baixio, observamos que há uma predominância de indivíduos de *X. cearensis* envolvidos na coleta de pólen nas flores de *C. ramosa* pela manhã e para a coleta de néctar nas flores de *C. brachiata* e *C. sellowii*, no final da manhã e início da tarde. Essa diferença nos horários de coleta de recursos florais foi mais evidenciada na estação seca. Em um estudo na restinga de Areembepe (BA), foi observado o forrageio de pólen de *X. subcyanea* ocorria, principalmente das 6:00 às 8:00 h (Gimenes *et al.*, 2006). Em um estudo na caatinga, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *ordinaria* Smith, 1874 também apresentou uma separação temporal de forrageio, coletando pólen de manhã e néctar à tarde (Silva *et al.*, 2007). Esta relação de coleta de pólen pela manhã e néctar à tarde também foi observada em abelhas sociais do gênero *Melipona* (Bruijn & Sommeijer, 1997; Willmer & Stone, 2004). A predominância de coleta de recursos em horários diferenciados pode estar relacionada com a produção de pólen em um só momento no dia e a secreção de néctar pode ocorrer em vários momentos do dia dependendo da espécie vegetal (Biesmeijer & Toth, 1988; Roubik, 1989).

De um modo geral, a atividade forrageira de *Xylocopa* spp. em Baixio não foi influenciada pela oferta de recurso por nenhuma espécie vegetal em particular e sim pela abundância dos recursos florais, no campo. Mas nem sempre estas relações entre abundância de recursos florais e abundância de indivíduos de abelhas forrageiras são diretas, tendo em vista que a floração de *C. brachiata*, planta mais visitada por essas abelhas, ocorreu durante as estações seca e chuvosa, entretanto poucas abelhas foram observadas no campo durante a estação chuvosa, mesmo tendo recurso disponível. Entretanto, parece que as atividades mensais de *Xylocopa* spp. em Baixio estão sendo influenciadas pela temperatura e umidade relativa, uma vez que foi observada a maior atividade dessas abelhas na estação seca quando a temperatura estava elevada e a umidade relativa baixa.

Para as atividades ao longo do dia, a atividade forrageira de *Xylocopa* spp. em Baixo provavelmente foi mais influenciada pelo horário de disponibilidade do recurso floral, do que pelos fatores meteorológicos, com a coleta de pólen ocorrendo pela manhã, principalmente em *C. ramosa* e néctar pela manhã e principalmente pela tarde em *C. brachiata*. Estas relações são possíveis porque essas abelhas estão ativas dentro de um intervalo de temperatura “janela termal” que permite a atividade de vôo de abelhas tropicais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. O número de espécies de *Xylocopa* spp. encontrada na restinga Baixio é semelhante em número de espécie às demais áreas estudadas em restinga do Nordeste do Brasil.
2. Dentre as espécies de *Xylocopa* registradas em Baixio, *X. cearensis* apresentou a maior diversidade no uso de recursos florais.
- 3 A variação na atividade forrageira de *Xylocopa* spp. nos diferentes meses do ano pode ser influenciada pela disponibilidade do recurso floral, mas é explicada principalmente pela variação da temperatura e umidade relativa.
4. A atividade forrageira de *Xylocopa* spp. ao longo do dia está provavelmente relacionada com os horários de disponibilidade do recurso floral, com a coleta de pólen ocorrendo preferencialmente pela manhã e a coleta de néctar mas se distribuindo ao longo do dia. Ao contrário do esperado, a temperatura aparentemente não influenciou as atividades diárias com forrageio do néctar acontecendo também nos períodos mais quentes do dia.
5. *C. ramosa* foi a principal fonte de pólen e *C. brachiata* a principal fonte de néctar para *Xylocopa* spp., principalmente para *X. cearensis*. Desta forma, consideramos que estas plantas podem ser consideradas fontes chaves de recursos florais para a manutenção da fauna de abelhas *Xylocopa* spp. nas dunas e restingas, especialmente no Nordeste do Brasil.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AGOSTINI, K. & SAZIMA, M. 2003. Plantas ornamentais e seus recursos para abelhas no Campus da Universidade Estadual de Campinas, estado de São Paulo, Brasil. **Bragantia** **62**: 335-343.
- AGUIAR, W. M. & GAGLIANONE, M. C. 2008. Comportamento de abelhas visitantes florais de *Lecythis lurida* (Lecythidaceae) no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Entomologia** **52**: 277-282.
- ALBUQUERQUE, P. M. C. & MENDONÇA, J. A. 1996. Anthophoridae (Hymenoptera; Apoidea) e flora associada em uma formação de cerrado no município de Barreirinhas, MA, Brasil. **Acta Amazonica** **26**: 45-54.
- ALBUQUERQUE, P. M. C.; CAMARGO, J. M. F. DE & MENDONÇA, A. C. 2007. Bee Community of a Beach Dune Ecosystem on Maranhão Island, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **50**:1005-1018
- APPANAH, S. 1985. General flowering in the climax rain forest of South-east Asia. **Journal of Tropical Ecology** **1**: 225-240.
- BARRETO, R. O. & ALVARENGA, L. C. A. 2007. Meio ambiente e turismo buscando sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida. Um estudo de caso da APA do Litoral Norte da Bahia2007. **II Encontro Interdisciplinar de Ecoturismo em Unidades de Conservação. VI Congresso Nacional de Ecoturismo (CONECOTUR)**. Itatiaia, RJ.
- BIESMEIJER, J. C. & TÓTH, E. 1988. Individual foraging, activity level and longevity in the stingless bee *Melipona beecheii* in Costa Rica (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). **Insectes Sociaux** **45**: 427-443.
- BRUIJN, L. L. M. & SOMMEIJER, M. J. 1997. Colony foraging in different species of stingless bees (Apidae, Meliponinae) and the regulation of individual nectar foraging. **Insectes Sociaux** **44**: 35-47.
- BUCHMANN, S. L. 1983. Buzz pollination in Angiosperms. *In*: C.E. Jones & R.J. Little (eds.). **Handbook of experimental pollination biology**. Van Nostrand & Reinhold, New York. 73-113p
- CERQUEIRA, R. 2000. Ecologia funcional de mamíferos numa restinga do estado do Rio de Janeiro. *In* : **Ecologia das restingas e das Lagoas Costeiras**. Rio de Janeiro. Esteves, F. A. & Lacerda, L.D. ed. NUPEM/UFRJ, 189-212 p.
- COSTA, C. B. N.; COSTA, J. A. S.; RODARTE, A. T. A. & JACOBI, C. M. 2002. Comportamento de forrageio de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke, 1910 (Apidae) em *Waltheria cinerascens* A. St. Hil. (Sterculiaceae) em dunas costeiras (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil). **Sitientibus, Série Ciências Biológicas** **21**: 23-28.

- COSTA, J. A. S. & RAMALHO, M. 2001. Ecologia da polinização em ambientes de Duna Tropical (APA do Abaeté, Salvador, Bahia, Brasil). **Sítientibus Ciências Biológicas** 1:135-145.
- DAFNI, A. & KEVAN, P. G. 1997. Flower size and shape: Implications in pollination. **Israel Journal of Plant Science** 45: 201-211.
- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L., 1979. **The principles of pollination ecology**, London, Pergamon Press, 244p.
- FERNANDES, A. 1998. **Fitogeografia Brasileira**. Fortaleza: Multgraf, 340p.
- FERREIRA, Z.C.A. 2001. Ecosistemas costeiros. In: M.B. Arruda (org.). **Ecosistemas brasileiros**. Brasília, IBAMA. 38-44p.
- FRANKIE, G.W.; W.A. HABER; P.A. OPLER & K.S. BAWA. 1983. Characteristics and organization of the large bee pollination system in the Costa Rican dry forest. In: JONES, C.E. & R.J. LITTLE. **Handbook of Experimental Pollination Biology**. New York: Van Nostrand Reinhold Comp., 411-447p.
- FREE, J. B. 1963. The flower constancy of honeybees. **Journal Animal Ecology** 32: 119-131.
- FREITAS, B. M. & OLIVEIRA FILHO, J. H. 2001. **Criação racional de mamangavas para polinização em áreas agrícolas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 96p.
- GERLING, D.; VELTHUIS, W.H.D. & HEFETZ, A. 1989. Bionomics of the large carpenter bee of the genus *Xylocopa*. **Annual Review of Entomology**, 4:163-190.
- GIMENES, M. & LOBÃO, C. S. A 2006. Polinização de *Krameria bahiana* BB Simpson (Krameriaceae) por Abelhas (Apidae) na Restinga, BA. **Neotropical Entomology** 35: 440-445.
- GIMENES, M. 2007. Polinização de *Vochysia lucida* C. Presl (Vochisiaceae) em uma área de restinga na Bahia. **Revista Brasileira de Entomologia** 51: 465-470.
- GIMENES, M.; FIGUEIREDO, N. A. & SANTOS, A. H. 2006. Atividades relacionadas à construção e provisionamento de ninhos de *Xylocopa subcyanea* (Hymenoptera, Apidae) em uma área de restinga na Bahia, Brasil. **Iheringia, Série. Zoológica** 96:299-304
- GOTTSBERGER, G.; CAMAGARGO, J. M. F. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 1988. A bee-pollinated tropical community: The beach dune vegetation of Ilha de São Luís, Maranhão, Brazil. **Botanische Jahrbücher Systematisches** 109: 469-500.
- GRAPHPAD InSTAT, Software. 1999. The InStat guide to choosing and interpreting statistical tests: a manual for GraphPad InStat. Version 3.0. San Diego: Oxford University Press, 123p.
- HEINRICH, B. 1993. The hot-blooded insects - Strategies and mechanisms of thermoregulation. In: **Tropical bees**. Harvard University Press, 227-291p.
- HURD, P. D. & MOURE, J. S. 1963. A classification of the large carpenter bees (Xylocopini) (Hymenoptera: Apoidea). **University of California Publications in Entomology** 29: 1-365.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia < www.inmet.gov.br/ < Acessado em 07.03.2009.

- KREBS, C. J. 1989. **Ecological Methodology**, Harper & Row, Publishers, New York, 654p.
- LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D. & MACIEL, N.C. 1993. Dry coastal ecosystems of the tropical Brazilian coast. In: E. Van der Maarel (ed.). **Dry coastal-ecosystems: Africa, Asia, Oceania**. Amsterdam, Elsevier, 477-493p
- LINSLEY, E. G. 1958. The ecology of solitary bees. **Hilgardia** 27: 543-597.
- LUTZ, F. E. 1931. Light as factor in controlling the start of daily activity of a wren and stingless bees. **American Museum Novitates** 468: 1-9.
- MACHADO, I. C. & LOPES, A. V. 2004. Floral traits and pollination systems in the Caatinga, a brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany** 94: 365-376.
- MADEIRA-DA-SILVA, M. C. & MARTINS, C. F. 2003. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) de uma área de restinga, Paraíba, Nordeste do Brasil: Adundância, diversidade e sazonalidade. **Revista Nordestina de Biologia** 17: 75-90.
- MADEIRA-DA-SILVA, M. C. 2004. Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea Apiformes) em habitats de restinga na área de proteção ambiental da Barra do Rio Mamanguape, PB, Brasil: abundância, sazonalidade e interações com as plantas. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Zoologia, Universidade Federal da Paraíba.
- MICHENER, C.D. 2000. **The bees of the world**. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 913p.
- OLIVEIRA-REBOUÇAS, P. & GIMENES, M. 2004. Abelhas (Apoidea) visitantes de flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma área de restinga na Bahia. **Neotropical Entomology** 33: 315-320.
- PEREIRA, O. J. & ARAUJO, D. S. D. 2000. Análise florística das restingas dos estados do Espírito Santos e Rio de Janeiro. In : **Ecologia das restingas e das Lagoas Costeiras**. Rio de Janeiro. Esteves, F. A. & Lacerda, L.D. ed. NUPEM/UFRJ. 25-63p.
- PIGOZZO, C. M.; NEVES, E. L. JACOBI, C. M. & VIANA, B. F. 2007. Comportamento de forrageamento de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* Ducke (Hymenoptera: Apidae, Xylocopini) em uma população de *Cuphea brachiata* Koehne (Lythraceae). **Neotropical Entomology** 36: 652-656.
- PINHEIRO, M. C. B., ORMOND, W. T., LEITE, C. O. & LIMA, H. A. 1988. Ecologia da polinização de *Chamaecrista ramosa* (Vog.) Irnn e Barn var. *ramosa*. **Revista Brasileira de Biologia** 48:665-672.
- PINTO, G. C. P.; BAUTISTA, H. P. & FERREIRA, J. D. C. A. 1984. A restinga do litoral nordeste do estado da Bahia. In: Lacerda, L. D. et al (org). **Restinga: origem, estrutura e processos**. CEUFF. 195- 216 p
- PROCTOR, M.; YEO, P.; LACK, A. 1996. **The Natural History of Pollination**. Great Britain: Timber Press, Portland, 479p.

- PRODESU - Programa de Desenvolvimento Sustentável pra Áreas de proteção Ambiental do litoral Norte da Bahia, 2001. Relatório síntese, 13-15p.
- QUEIROZ, E. P. 2007. Levantamento florístico e georreferenciamento das espécies com potencial econômico e ecológico em restinga de Mata de São João, Bahia, Brasil. **Biotemas** **20** : 41-47
- RAMALHO, M. & SILVA, M. 2002. Flores de óleo: Influência sobre a diversidade de abelhas Centridini em uma comunidade de Restinga Tropical. **Sitientibus Ciências Biológicas** **2**: 34-43.
- RAMIREZ, N.; GIL, C. HOKCHE, O; SERES, A. & BRITO, Y. 1990. Biologia floral de uma comunidad arbustiva tropical em La Guayana Venezolana. **Annals of the Missouri Botanical Garden** **77**: 383-397.
- RIBEIRO, E. K. M. D.; RÊGO, M. M. C. & MACHADO, I. C. S. 2008. Cargas polínicas de abelhas polinizadoras de *Byrsonima chrysophylla* kunth. (Malpighiaceae): fidelidade e fontes alternativas de recursos florais. **Acta Botânica Brasileira** **22**: 165-171.
- ROCHA, C. F. D., BERGALLO, H. G., VAN SLUYS, M., ALVES, M. A. S. & JAMEL, C. E. 2007. The remnants of restinga habitats in the brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: Habitat loss and risk of disappearance. **Brazilian Journal of Biology** **67**: 263-273.
- ROUBIK, D. W., 1989. **Ecology and natural history of tropical bees**. Cambridge University Press. 514p.
- RUGGIERO, C. 1980. Alguns fatores que podem influir na frutificação do maracujazeiro. *In*: Ruggiero, C. (Ed.), **Cultura do Maracujazeiro**, Jaboticabal, F. C. A. N. 76-85p.
- SAKAGAMI, S.F. & S. LAROCCA. 1971. Relative abundance, phenology and flower visits of apid bees in Eastern Paraná, Southern Brazil (Hymenoptera, Apidae). **Kontyu** **39**: 217-230.
- SAKAGAMI, S.F., LAROCCA, S. & MOURE, J.S. 1967. Wild bee biocenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. **Journal Faculty of Hokkaido University** **19**:190-250.
- SAZIMA, I. & SAZIMA, M. 1989. Mamangavas e Irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequencias para polinização do maracujá (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Entomologia** **33**: 109-118.
- SCHOENER, T. W. 1968. The Anolis lizard of Bimini: resource partitioning in a complex fauna. **Ecology** **49**: 704-726.
- SEI. – Anuário Estatístico da Bahia. 1999. Salvador: 57-58p.
- SHANNON, C. E. 1948. The mathematical theory of communication , p.3-91. *In*: C. E. Shannon & W. Weaver (eds.) The mathematical theory of communication. Univ mathematical theory of communication, Urbana, 117p.

- SILVA, M. C. M. & C. MARTINS. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de duna (praia de Interlagos, Cabedelo-PB, Brasil). **Principia** (CEFET-PB) **7**: 40-50.
- SILVA, M. S. S. 2003. Relação abelha-flor em comunidade de restinga tropical: sistemas polinizadores de flores melitófilas especializadas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia, 151p.
- SILVA, M.; SCHLINDWEIN, C. & RAMALHO, M. 2007. Padrão de forrageio de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *ordinaria* (Hymenoptera, Apidae) em ambiente de caatinga, Vale do Catimbau-Pernambuco. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu – MG.
- SILVA, M.; ZANELLA, F. C. V. & SCHLINDWEIN, C. 2009. Distribuição e abundância de abelhas do gênero *Xylocopa* (Hymenoptera, Apidae, Xylocopini) no Nordeste do Brasil. **Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia**, São Lourenço– MG.
- SILVA, V. I. S. & MENEZES, C. M. 2007. Manejo de espécies vegetais em uma mata de restinga no Litoral Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Biociências** **5**:159-161.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN D. & NOVA, N A V., 1976. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 419p.
- SILVEIRA, F. A. MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. 2002. **Abelhas brasileiras: Sistemática e identificação**. Belo horizonte, Composição & Artes, 253p.
- STATSOFT, INC. 2005. Statistica (data analysis software System). Versão 7.1. www.statsoft.com
- TEIXEIRA, L. A. G. & MACHADO, I. C., 2000. Sistema de polinização e reprodução de *Byrsonima sericea* DC (Malpighiaceae). **Acta Botanica Brasilica** **14**: 347-357.
- TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F.J.L. 1986. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 374p.
- VIANA, B. F. & KLEINERT, A. M. P. 2005. A community of flower-visiting bees (Hymenoptera: Apoidea) in the coastal sand dunes of Northeastern Brazil. **Biota Neotropica** **5**: 1-13.
- VIANA, B. F.; KLEINERT, A. M. P.; SILVA, F. O. 2002. Ecologia de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* (Hymenoptera, Anthophoridae) nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. **Iheringia, Série Zoológica** **92**: 47-57.
- VIANA, B. F.; SILVA, F. O. & KLEINERT, A. M. P. 2006. A flora apícola de uma área restrita de dunas litorâneas, Abaeté, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Botânica** **29**: 13-25.
- VIANA, B. F.; SILVA, F. O. & KLEINERT, A. M.P. 2001. Diversidade e Sazonalidade de Abelhas Solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em Dunas Litorâneas no Nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology** **30**: 245-251.

WILLMER, P. G. & STONE, G. N. 2004. Advances in The study of Behavior. *In*: Behavioral, Ecological, and Physiological determinants of the activity patterns of bees. **Elsevier Academic Press** 347-467p.

APÊNDICE



Apêndice I. Aspecto geral da área de estudo, Baixio, Esplanada, BA durante abril/2008 a março/2009.

APÊNDICE

Apêndice II. Lista das espécies vegetais encontradas em Baixo, Esplanada, BA no período de abril/2008 a março/2009. N= N° total das abelhas.

Família	Espécie vegetal	N
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	
Asteraceae	<i>Vernonia mucronifolia</i> DC. *	3
	<i>Vernonia cf. arenaria</i> Mart. ex. DC.	
	<i>Acritopappus cf. confertus</i> R.M. King & H. Rob.	
Acanthaceae	<i>Calea angusta</i> S. F. Blake	
Bromeliaceae	<i>Hohenbergia salzmännii</i> (Baker) E.Morren ex Mez	
Cactaceae	<i>Melocactus violaceus</i> Pfeiffer	
Leguminosae- Caesalpinoideae	<i>Chamaecrista cytisoides</i> (Colladon) H.Irwin & Barneby *	4
	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene*	1
	<i>Chamaecrista ramosa</i> H. S. Irwin & Barneby *	23
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp.	
Convolvulaceae	<i>Ipomea</i> sp.	
Dilleniaceae	<i>Tetracera breyniana</i> Schlecht.	
Euphorbiaceae	<i>Croton sellowii</i> Baill *	61
Fabaceae	<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw	
Fabaceae	<i>Centrosema brasilianum</i> (L.) Benth *	1
Krameriaceae	<i>Krameria tomentosa</i> B.B.Simpson	
Lythraceae	<i>Cuphea brachiata</i> (Mart.) Koehne *	206
	<i>Cuphea sessilifolia</i> cf A. St.-Hil *	4
Lorantaceae	<i>Struthanthus polyrhizus</i> Mart. ex G. Don.	
Lorantaceae	Sp 1	
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC	
	<i>Byrsonima microphylla</i> A. Juss. *	1
	<i>Stigmaphyllon paralias</i> Adrs. Juss.	
Melastomataceae	<i>Marctia taxilifolia</i> (A. St.-Hil.) DC.*	1
	<i>Comolia ovalifolia</i> (DC.) Triana	
	<i>Tibouchina urceolaris</i> Renner *	8
Mimosaceae	<i>Mimosa</i> sp.	
Myrtaceae	<i>Psidium oligospermum</i> DC.	
Ochnaceae	<i>Ouratea suaveolens</i> (A. St.-Hil.) Engl. *	1
Orchidaceae	<i>Epidendrum cinnabarinum</i> Salzmann	
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	
Polygalaceae	<i>Polygala martiana</i> A.W. Benn *	2
Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey *	3
	<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	
	<i>Mitracarpus cf. sp.</i>	
	<i>Guettarda platypoda</i> DC.*	1
Rutaceae	<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart	
Sterculiaceae	<i>Waltheria cinerascens</i> St. Hilaire *	34
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	
Turneraceae	<i>Turnera</i> sp.	
Verbenaceae	<i>Lippia cf. sp.*</i>	11
	<i>Lantana camara</i> L.	
	<i>Lantana cf. lucida</i> Schauer *	1
	<i>Lantana</i> sp.	
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp.	

* Plantas visitadas por *Xylocopa*.

APÊNDICE



Apêndice III. Espécies de plantas mais visitadas por *Xylocopa* spp. na restinga de Baixio, Esplanada (BA) em abril/08 a março/09. A- *Cuphea brachiata* (Lythraceae); B- *Chamaecrista ramosa* (Leguminosae –Caesalpinioideae); C- *Waltheria cinerescens* (Sterculiaceae) e D- *Croton sellowii* (Euphorbiaceae).