

VARIAÇÃO NA ESTRUTURA DO HABITAT AFETANDO A COMPOSIÇÃO DE ABELHAS E VESPAS SOLITÁRIAS EM REMANESCENTES FLORESTAIS URBANOS DE MATA ATLÂNTICA NO NORDESTE DO BRASIL

BLANDINA FELIPE VIANA^{1,2}, AMADA MARIANA COSTA DE MELO¹ & PATRICIA DIAS DRUMOND¹

¹Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Ondina, 40170-110, Salvador, Bahia, Brasil

²Author for correspondence: (blande237@yahoo.com.br)

(Variação na estrutura do habitat afetando a composição de abelhas e vespas solitárias em remanescentes florestais urbanos de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil) – Determinar as características do habitat que explicam a variação da composição dos polinizadores é importante para compreender como a alteração do habitat pode afetar a dinâmica de suas populações. Neste estudo, os padrões da composição de abelhas e vespas solitárias foram relacionados aos fatores ambientais em fragmentos urbanos em Salvador, Bahia (13°01' S e 38°31' W), Brasil. O estudo foi realizado de novembro de 2001 a janeiro de 2003. As abelhas e vespas foram amostradas em 14 pontos selecionados e distribuídos ao longo de dois fragmentos. Variáveis ambientais referentes à estrutura do habitat foram mensuradas em cada ponto. A análise Canônica de Correspondência (CCA) foi realizada para determinar quais fatores estariam afetando a composição de abelhas e vespas. A colonização dos ninhos armadilha por abelhas e vespas foi significativamente influenciada pelas características do microhabitat, como cobertura do dossel da floresta, densidade do sub-bosque e exposição ao sol. Entretanto, a composição de Euglossina não variou significativamente ao longo do gradiente de qualidade do habitat. Os resultados mostraram uma tendência de redução da riqueza e abundância em pontos amostrais altamente perturbados. Sugere-se a necessidade de experimentos sobre os requerimentos de habitat para prever os efeitos da alteração do habitat sobre as populações de polinizadores.

Palavras-chave: Abelhas e vespas solitárias, ninhos-armadilha, qualidade do hábitat.

(Variation in the structure of habitat affecting solitary bees and wasps composition in urban forest fragments of Atlantic Forestry in Northeastern Brazil) – Habitat disruption affects pollinator populations by reducing the suitable habitat. Determining habitat characteristics which explain variation of the pollinator composition is important in understanding how habitat alteration can affect their population dynamics. We related compositional patterns of solitary bees and wasps to environmental factors in urban fragments of forest in Salvador, Bahia (13°01' S and 38°31' W), Brazil. The study was conducted from November 2001 to January 2003. Bees and wasps were sampled in 14 selected points distributed along the two fragments. The habitat variables were measured in each point. Canonical Correspondence Analysis (CCA) was performed to determine the factors affecting the composition of bees and wasps. Colonization of trap nests by bees and wasps was significantly influenced by the microhabitat characteristics, such as forest canopy, density of understory and sunlight exposition. However, the composition of Euglossina did not vary significantly along the habitat quality gradient. Results of this study show a tendency of richness and abundance decrease in highly disturbed points. More experiments in habitat requirements are needed to predict the effect of habitat alteration over pollinators' population.

Key words: Solitary bees and wasps, trap-nests, habitat quality.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, grande ênfase tem sido dada às investigações que buscam entender as causas da perda da biodiversidade e as conseqüências dessa perda para o funcionamento dos ecossistemas (SAUNDERS *et al.*, 1991; SOULÉ & ORIANS, 2001; NAEEM, 2002). Esses estudos têm-se concentrado principalmente nos efeitos da redução e do isolamento dos habitats, resultantes do processo de fragmentação (HARRISON & BRUNA, 1999; DEBINSKI *et al.*, 2000). Porém, muitos desses trabalhos revelaram que as espécies não são igualmente afetadas por esse processo, uma vez que diferenças específicas na biologia populacional das espécies provocam respostas bastante variáveis (p.ex., KRUESS & TSCHARNTKE, 1994; ZABEL & TSCHARNTKE, 1998). Assim, os resultados da perda do hábitat não podem ser medidos apenas pelo tamanho da área. Outros fatores, prin-

cipalmente aqueles relacionados à qualidade do hábitat, podem ser mais limitantes para várias espécies, provocando tamanhos populacionais diferentes (STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE, 2002).

Dentre os grupos animais, os insetos por apresentarem grande diversidade de espécies, de habitats e de respostas à qualidade e quantidade de recursos disponíveis, além de sua dinâmica populacional ser altamente influenciada pela heterogeneidade dentro de um mesmo habitat (LIOW, 2001), vêm sendo freqüentemente utilizados nos estudos que avaliam os efeitos da perda do habitat (p.ex., TSCHARNTKE, 1992; BATRA, 1995; FRANKIE *et al.*, 1998; KEVAN, 1999; DIDHAM *et al.*, 1996; STEFFAN-DEWENTER, 2003). Na escolha de um grupo de insetos, para essas investigações, têm-se dado preferência àqueles que participam de processos considerados *chaves* para o funcionamento dos ecossistemas, como predadores, parasitas e polinizadores

(EHRlich *et al.*, 1980; BROER, 1981; ROSENBERG *et al.*, 1986; SOUZA & BROWN, 1994; DIDHAN *et al.*, 1996; DAILY, 1997; STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE, 2002).

Dentre os insetos envolvidos nesses processos, os Hymenoptera, destacando-se abelhas e vespas, têm demonstrado grande potencial como bioindicadores da qualidade do habitat (LASALLE & GAULD 1993; KRUESS & TSCHARNTKE, 1994; WESTRICH, 1996; TSCHARNTKE *et al.*, 1998) por sua atuação no processo da polinização (HALLET, 2001) e no controle biológico de pragas (HARRIS, 1994).

Pesquisas recentes têm demonstrado que a degradação dos habitats naturais, provocada pela redução da cobertura vegetal, influencia diretamente os padrões de distribuição da fauna local desses insetos e exerce uma forte pressão seletiva sobre suas comunidades (MORATO, 1994; STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE, 1999; SILVA & REBÊLO, 2002), causando o declínio de suas populações por remover as fontes tróficas e os locais para nidificação (AIZEN & FEINSINGER, 1994; DIDHAM *et al.*, 1996; KWAK *et al.*, 1998) e por alterar a estabilidade dos ecossistemas (RATHCKE & JULES, 1993; MATTHIES *et al.*, 1995; KEARNS *et al.*, 1998).

Por outro lado, investigações têm também demonstrado que em uma paisagem em mosaico, em pequena escala, a riqueza de espécies e abundância de abelhas e vespas silvestres é particularmente alta, já que as demandas dessas espécies por locais para nidificação, reprodução e recursos alimentares podem ser satisfeitas em tal paisagem (SÖRENSSON, 2000 *apud* APPELQVIST *et al.*, 2001). Portanto, muitas espécies de abelhas e vespas poderiam ser favorecidas através da conservação e restabelecimento dessa estrutura em mosaico da paisagem (CEDERBERG, 1999).

Em uma publicação recente, TSCHARNTKE *et al.*, (2002) reforçam esses argumentos ao demonstrarem a importância dos pequenos fragmentos de habitats para a conservação da biodiversidade local, tendo em vista que as espécies não são afetadas da mesma forma pela fragmentação e destruição do habitat, como já mencionado anteriormente.

Levantamentos da fauna de abelhas e vespas, realizados em áreas restritas, na região costeira brasileira (RAW, 1989; BEZERRA & MARTINS, 2001; VIANA *et al.*, 2001, 2002; NEVES & VIANA, 1997; ALVES-DOS-SANTOS, 1998; SILVA & MARTINS, 1999; BRITO & RÊGO, 2001; VIANA & ALVES-DOS-SANTOS, 2002; SILVA & REBELO, 2002) têm revelado que esses ambientes abrigam uma rica fauna que, provavelmente, desempenha papel-chave na manutenção desses remanescentes. Levando em consideração a necessidade do manejo e da conservação dos pequenos remanescentes florestais em áreas urbanas e dada a relevância das abelhas e vespas no funcionamento desses ecossistemas, o presente estudo visa contribuir para o preenchimento das lacunas existentes em relação aos efeitos da mudança na qualidade do habitat sobre as comunidades desses insetos em ambientes neotropicais.

Inicialmente, questionou-se se havia diferenças entre os pontos amostrais quanto à estrutura do microhabitat. Assim, foi testada a existência de um gradiente ambiental entre essas unidades amostrais. Em seguida, investigaram-

se quais variáveis da estrutura do habitat seriam as mais importantes na determinação do gradiente ambiental entre os pontos amostrais. Posteriormente, indagou-se se havia diferenças nas abundâncias e riquezas de espécies de abelhas e vespas solitárias entre os diferentes pontos amostrais. A hipótese testada foi a de que os pontos localizados em áreas com maior densidade vegetal apresentavam maior riqueza e abundância de espécies. Finalmente, questionou-se de que forma as populações de abelhas e vespas estariam respondendo às mudanças nesta estrutura, quais dessas variáveis estariam mais associadas aos padrões encontrados. Desse modo, buscou-se investigar se havia relação entre as diferentes variáveis ambientais mensuradas e a riqueza e abundância desses insetos e identificar quais as variáveis com maior poder de explicação para os padrões encontrados.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas do estudo

O estudo foi realizado em dois fragmentos urbanos de Mata Atlântica secundária com diferentes graus de antropização, antes contínuos e atualmente separados por uma avenida (Avenida Ademar de Barros), quais sejam: Parque Zoológico Getúlio Vargas (PZBGV) (Fig. 1), que constitui um fragmento mais contínuo; e *Campus* da Federação/Ondina da Universidade Federal de Bahia (COF-UFBA), área em mosaico circundada por uma matriz ocupada por edificações urbanas (Fig. 2). Ambas as áreas estão localizadas no bairro de Ondina (13°01'S e 38°31'W) em Salvador, Bahia. O clima local é classificado como tropical quente e úmido (Af na tipologia climática de Köppen) com temperatura anual média de 25,3°C.

Delineamento amostral

Ao todo, foram estabelecidos 14 pontos amostrais *ad libitum*: sete réplicas no PZBGV (A, B, C, D, E, F, G) fragmento mais contínuo, sendo que a distância mínima entre os pontos foi de 30 m e a máxima de 140 m; e sete réplicas no COF-UFBA (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), onde os traços de urbanização são mais evidentes, com a distância mínima entre os pontos de 47 m e a máxima de 406 m. Ninhos-armadilha para a coleta de abelhas e vespas que nidificam em cavidades pré-existentes foram fixados nos 14 pontos. Em virtude do grande número de indivíduos de euglossíneos amostrados nas armadilhas odoríferas nos 14 pontos selecionados, durante a coleta piloto, optou-se por concentrar as referidas armadilhas para a coleta desses insetos em apenas 10 desses pontos (COF-UFBA 1, 2, 3, 4 e 5 e PZBGV A, B, C, D e E).

Fatores abióticos relevantes do ponto de vista da biologia das espécies de vespas e abelhas solitárias, que serão discutidos posteriormente, foram medidos para fazer uma caracterização mais detalhada do microhabitat com o objetivo de relacionar estas variáveis à diversidade e abundância das espécies de abelhas e vespas encontradas nos fragmentos estudados.

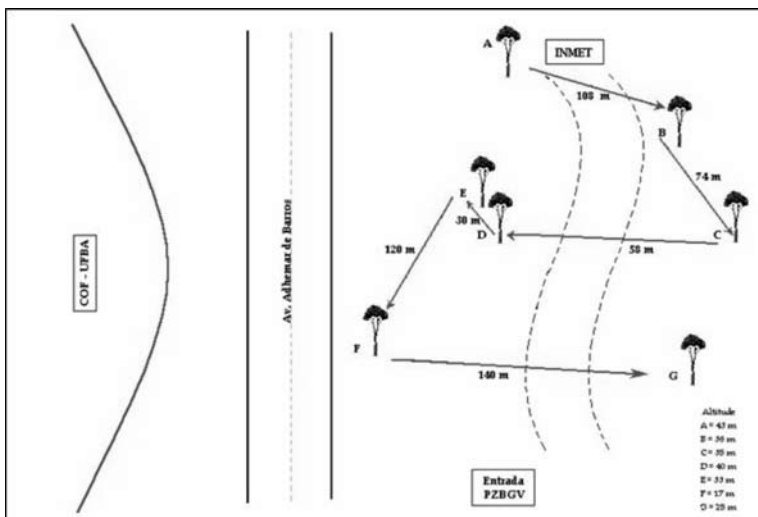


Fig. 1. Desenho esquemático da localização e distribuição dos pontos amostrais no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV). As setas verdes indicam as respectivas distâncias entre as subáreas. O círculo vermelho pontilhado indica o raio em metros que foi utilizado para a caracterização do microhabitat de cada ponto e o pontilhado preto representa a trilha de asfalto que corta o fragmento ao meio. INMET = Instituto de Meteorologia.

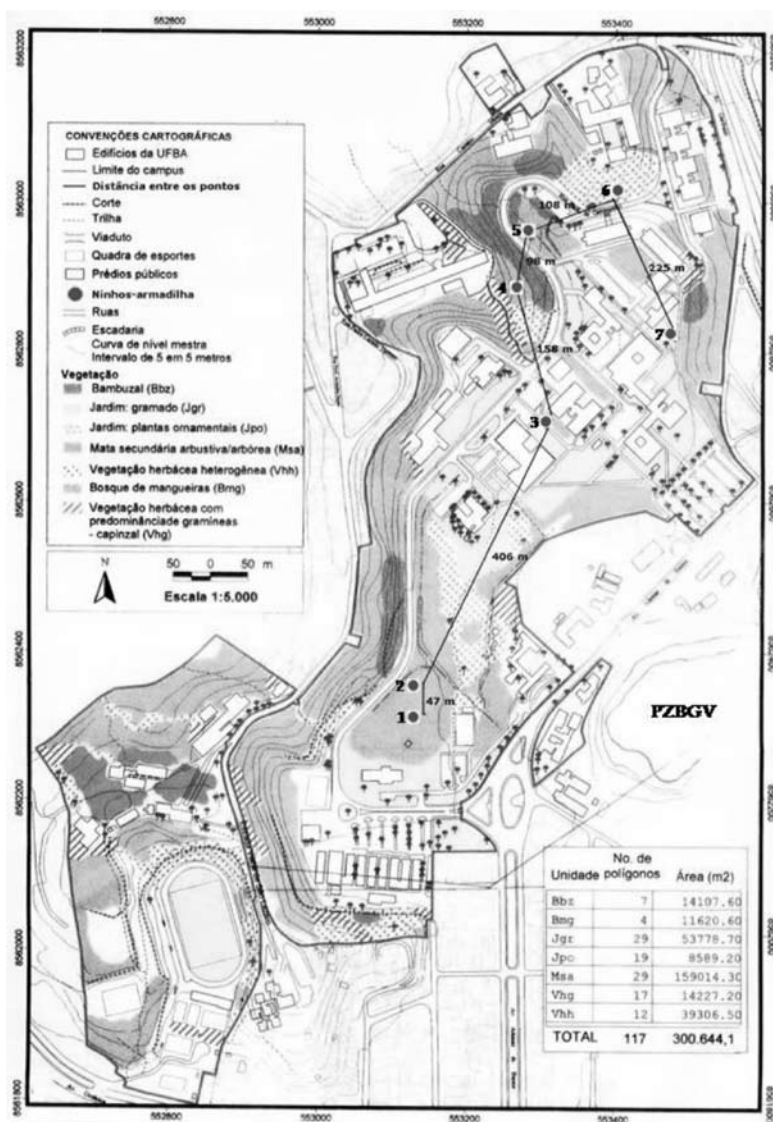


Fig. 2. Mapa do Campus Universitário de Ondina-Federação (COF-UFBA) com a localização e distribuição dos pontos amostrais. Adaptado do RELATÓRIO FINAL DO PROJETO CAMPUS (2000).

O gradiente ambiental foi estabelecido a partir da caracterização dos microhabitats, avaliado em um raio de cinco metros em torno das árvores nas quais estavam instalados os ninhos-armadilha e as armadilhas odoríferas, onde foram analisadas variáveis ambientais que pudessem demonstrar diferenças na estrutura da vegetação dos pontos amostrais estabelecidos.

Amostragem da fauna

Para o monitoramento das vespas e abelhas solitárias foi utilizada a técnica de ninhos-armadilha baseada em KROMBEIN (1967). Os ninhos foram dispostos no campo em blocos, unidos por tiras de borracha. Cada bloco possuía quatro ninhos de cada uma das classes de diâmetro utilizadas (6, 8, 10, 15 e 20 mm), todos voltados para o mesmo lado, perfazendo um total de 20 ninhos por bloco. Esses blocos foram presos posteriormente às árvores em posição horizontal e colocados às alturas de 1,5m e de 8 m. As inspeções foram realizadas a cada quinze dias, durante 15 meses. As peças ocupadas por ninhos de vespas e abelhas já concluídos (com parede de fechamento do ninho) eram retiradas e substituídas por outras vazias do mesmo diâmetro a fim de que estivessem sempre disponíveis no campo a mesma quantidade de ninhos-armadilha por classe de diâmetro. Depois de retirados do campo, os ninhos-armadilha foram levados ao laboratório e mantidos em recipientes apropriados até a emergência das crias.

Para a captura das espécies de euglossíneos foi empregada a técnica de coleta passiva, utilizando-se armadilhas odoríferas contendo essências aromáticas para a atração dessas abelhas conforme DOBSON *et al.* (1969). Utilizou-se, neste estudo, a essência de eucaliptol, destacada entre as essências mais eficientes para a captura dos machos de *Euglossina* em levantamentos sistematizados realizados no Brasil (WILLIAMS & WHITTEN, 1983; BEZERRA & MARTINS, 2001; BRITO & REGO, 2001) e a mais atrativa na captura de machos dessas abelhas nos diferentes ecossistemas baianos (NEVES & VIANA, 1997, 1999; VIANA *et al.*, 2002). As armadilhas foram dispostas uma em cada árvore previamente selecionada em cada um dos dez pontos amostrais selecionados *ad libitum*, a cerca de 1,5 m do solo. As coletas foram realizadas quinzenalmente, durante seis meses, sendo as armadilhas instaladas no campo às 08 horas e retiradas às 16 horas.

Os exemplares de abelhas e vespas provenientes dos ninhos-armadilha e de abelhas das armadilhas odoríferas foram sacrificados em câmara com acetato de etila, montados em alfinetes entomológicos e identificados, sempre que possível, em nível de espécie. Os ninhos-armadilha dos quais não houve emergência de adultos foram identificados através de comparações com aqueles onde houve emergência.

Os espécimes foram depositados na coleção de referência do Laboratório de Biologia e Ecologia de Abelhas (LABEA) do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Variáveis mensuradas

a) Variáveis ambientais

Para determinar se havia relação entre a estrutura

local do microhabitat e a abundância e riqueza das espécies coletadas, e de que forma estas populações estariam respondendo a estas mudanças, foram mensuradas, em cada ponto amostral, variáveis ambientais que pudessem evidenciar diferenças entre estes microhabitats, e que possivelmente tivessem alguma influência na disponibilidade de recursos necessários para a permanência dessas espécies na área estudada:

a.1) PLden - Densidade de Plantas Lenhosas (indivíduos/hectare: variável em escala proporcional): estimada através do método do quadrante (*Point-Quarter Method*, KREBS, 1999:182), utilizando as árvores onde as armadilhas (ninhos e odoríferas) estavam fixadas como o centro dos quadrantes principais e registrando apenas indivíduos com perímetro superior a 50 cm e a 1,5 m do solo. A partir de cada ponto amostral foram marcados outros quatro pontos, representados pelos indivíduos lenhosos mais próximos, cada um dividido em quatro quadrantes. Em cada um desses quadrantes, a distância até a primeira árvore vizinha mais próxima foi medida com o auxílio de uma trena. De todos os indivíduos encontrados, foi determinado o CAP para posterior obtenção do DAP correspondente. A partir destas medidas, foi possível calcular a densidade de plantas lenhosas, por metro quadrado e por hectare, e o DAP médio das árvores, em cada ponto amostral.

a.2) FODen - Densidade da Folhagem (variável em escala ordinal): avaliada para os estratos da vegetação compreendidos entre: 0 a 5 metros de altura (FODen⁰⁻⁵), 5 a 10 m (FODen⁵⁻¹⁰), 10 a 20 m (FODen¹⁰⁻²⁰) e maior que 20 m (FODen^{>20}). Nos diferentes estratos da vegetação, foi avaliada a densidade de folhagem representando metros cobertos por folhagem no centro de cada um dos 14 pontos amostrais. Em cada um destes pontos amostrais, uma vara de três metros de comprimento fíncada no chão servindo como mira foi utilizada para o estabelecimento de uma coluna vertical imaginária de cerca de 40 cm de diâmetro. Este método de quantificação da estratificação da folhagem é uma modificação do método de HUBBELL & FOSTER (1986) descrito por MALCOLM (1995). Os valores por estrato foram atribuídos segundo as categorias 0-25%, 26-50%, 51-75% e 76-100%. Para efeito de análise, essas categorias foram substituídas pelos valores 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

a.3) SBden - Densidade do Sub-Bosque (variável em escala ordinal): avaliada em um círculo de cinco metros de raio com o centro no local onde foram fixadas as armadilhas. Os valores foram atribuídos, arbitrariamente, segundo as categorias “ausência de sub-bosque”, “pouco denso”, “medianamente denso” e “muito denso”. Para efeito de análise, essas categorias foram substituídas pelos valores 0, 1, 2 e 3, respectivamente.

a.4) SOexp - Exposição das Armadilhas ao Sol (variável em escala ordinal): foi estabelecida em um círculo de um metro de raio, atribuindo-se valores de acordo com uma es-

cala arbitrária do grau de exposição dos ninhos-armadilha ao sol nos períodos da manhã e tarde nos diferentes pontos amostrais. Os valores foram atribuídos de acordo com as seguintes categorias: “totalmente sombreado”, “parcialmente exposto” e “totalmente exposto”. Para efeito de análise, essas categorias foram substituídas pelos valores 1, 2 e 3, respectivamente.

b) Variáveis de fauna

b.1) Abundância relativa de espécies (índice): calculado para cada espécie por ponto amostral.

b.2) Riqueza de espécies: estimada para cada ponto de coleta, a partir do número de espécies amostradas.

Caracterização fisionômica da vegetação dos pontos amostrais

Para a caracterização da fisionomia da vegetação de cada um dos pontos amostrais estabelecidos no fragmento do PZBGV, foram identificadas as principais famílias botânicas encontradas a partir de levantamentos de campo em cada subárea e consideradas suas respectivas abundâncias em círculo de cinco metros de raio a partir do ponto onde estavam instalados os ninhos-armadilha e as armadilhas-odoríferas. Aspectos como a presença ou ausência de lianas e características do sub-bosque também foram levados em consideração. Foram consideradas lianas as trepadeiras lenhosas que atingiram diâmetros de até 15 cm e comprimentos de até 20 m (ENGEL *et al.*, 1998).

A caracterização da fisionomia da vegetação dos pontos amostrais estabelecidos no fragmento do COF-UFBA levou em consideração a classificação da vegetação proposta pelo Diretório Acadêmico de Geologia do Instituto de Geociências da UFBA, apresentada e descrita no RELATÓRIO FINAL DO PROJETO CAMPUS (2000), realizada durante o mapeamento e levantamento de dados ambientais e de infra-estrutura do Campus Federação da UFBA, com base em interpretação de fotografias aéreas verticais da região em escala de 1:8000, pertencentes a levantamento aerofotogramétrico desenvolvido pela CONDER em 1998, e a partir de levantamentos de campo e bibliografias específicas, onde foram estabelecidas as seguintes classes de vegetação: (1) vegetação herbácea heterogênea, (2) vegetação herbácea com predominância de gramíneas, (3) mata secundária arbustiva arbórea, (4) bosque de mangueiras, (5) jardim com plantas ornamentais, (6) jardim gramado e (7) bambuzal.

Análise dos dados

Foi utilizado o teste não paramétrico de análise de variâncias (ANOVA) em *ranking* Kruskal-Wallis para verificar se o número de ninhos e de indivíduos coletados nos ninhos-armadilha e nas armadilhas odoríferas, respectivamente, entre os pontos amostrais, foi significativamente diferente. Posteriormente foi aplicado o teste de comparações múltiplas de Dunn para determinar quais áreas eram diferentes das outras em relação à abundância e riqueza de espécies.

Para avaliar a similaridade faunística entre os pontos amostrais foi empregada a análise de agrupamento (*cluster analysis*) a partir do método UPGMA (método não ponderado de agrupamento aos pares por médias aritméticas), utilizando o índice de similaridade de Morisita-Horn (MAGURRAN, 1988), que é fortemente influenciado pela riqueza de espécies e tamanho da amostra.

Para determinar quais variáveis ambientais estariam influenciando a distribuição das abundâncias e a riqueza das espécies nos fragmentos estudados, foi feita uma Análise Canônica de Correspondência (ACC) (análise de gradientes direta) (ver TER BRAAK, 1986), na qual foi avaliada a correlação entre as variáveis da fauna e as variáveis ambientais, com base nos dados de composição da comunidade com o objetivo de detectar variáveis ambientais associadas a gradientes de abundância e riqueza de espécies. Nessa análise, assume-se que as ocorrências de todas as espécies em análise são determinadas por poucas variáveis ambientais desconhecidas.

O programa utilizado para as análises foi o *Multivariate Statistical Package* versão 3.12d. As matrizes de abundância das espécies e das variáveis ambientais foram, respectivamente, log-transformadas e padronizadas.

RESULTADOS

Comparação entre os pontos amostrais

a) Com relação às características dos microhabitats

A caracterização dos microhabitats em cada ponto amostral e as respectivas características fisionômicas da vegetação, estabelecidas de acordo com os critérios utilizados, estão detalhadas na Tabela 1.

A estrutura da vegetação, caracterizada a partir das variáveis ambientais mensuradas, mostrou-se significativamente diferente entre os pontos amostrais (ANOVA= 4,902; P = 0,0003), sendo que as maiores diferenças encontradas, de modo geral, foram entre os pontos do fragmento PZBGV e os pontos 3, 4, 5, 6 e 7 do COF-UFBA.

Os pontos 1 e 2 do COF-UFBA pertencem à classe de vegetação “Mata secundária arbustiva-arbórea”. Estruturalmente, esta é a classe de vegetação que mais se assemelha à estrutura da vegetação encontrada nos pontos localizados no fragmento do PZBGV.

No fragmento do PZBGV as principais diferenças entre os pontos ocorreram em relação ao sub-bosque que em alguns pontos amostrais apresentou-se bastante aberto (A), enquanto que em outros foi relativamente denso (D e E). As subáreas 3, 4, 5, 6 e 7 do fragmento COF-UFBA, que correspondem aos pontos com maior influência antropogênica do gradiente ambiental observado, foram os pontos que apresentaram ausência total ou parcial de sub-bosque.

b) Com relação à composição faunística

Durante o período amostral foram coletados 4.519 indivíduos de 13 espécies pertencentes a três gêneros de Euglossina (Tabela 2) e 259 ninhos nidificados por espécies de abelhas e vespas solitárias, sendo 98 pertencentes a

duas espécies de abelhas, *Centris (Heterocentris) terminata* e *Megachile* sp., das famílias Apidae e Megachilidae, respectivamente, e 161 foram de três espécies de vespas, *Po-* *dium* sp., *Trypoxylon (Trypargilum) cinereum* e *Trypoxylon (Trypargilum)* sp., todas pertencentes à família Sphecidae (Tabela 3).

Tabela 1. Caracterização dos pontos amostrais de acordo com as variáveis ambientais mensuradas e com base na fisionomia da vegetação. As variáveis mensuradas foram: densidade das plantas lenhosas (PLden), calculada a partir da fórmula detalhada no item 2.3.1a; densidade da folhagem (FOden) nos estratos compreendidos entre 0-5 m (1°), 5-10 m (2°), 10-20 m (3°) e > 20 m (4°); densidade do sub-bosque (SBden) segundo as categorias ausência de sub-bosque, pouco denso, medianamente denso e muito denso; e grau de exposição dos ninhos-armadilha ao sol (SOexp) também obedecendo a uma escala arbitrária (totalmente sombreado, parcialmente exposto e totalmente exposto). As escalas arbitrárias encontram-se detalhadas nos sub-itens que descrevem cada variável mensurada.

Caracterização dos pontos amostrais									
Pontos amostrais	Variáveis ambientais						Localização e fisionomia da vegetação		
	PLden (ind./ha)	FOden				SBden	SOexp	Alt (m)	Características estruturais da vegetação*
		1°	2°	3°	4°				
PZBGV A	87,93	1	1	4	1	0	2	43,0	Sub-bosque bastante aberto; árvores com DAP > 50 cm esparsadas; presença predominante de touceiras de bambu; dossel fechado; altura média das árvores > 20 m.
PZBGV B	130,72	1	1	3	1	2	2	36,0	Sub-bosque medianamente denso cortado por uma larga trilha de asfalto. Presença de muitos indivíduos jovens das famílias Melastomataceae e Solanaceae e de <i>Eucalyptus</i> sp.
PZBGV C	177,48	1	1	2	2	1	1	35,0	Sub-bosque pouco denso; nesta subárea observa-se uma clareira aberta a partir da queda de uma árvore de <i>Eucalyptus</i> sp.; presença de grande quantidade de troncos e galhos caídos.
PZBGV D	270,46	2	2	4	3	3	2	40,0	Sub-bosque bastante denso com predominância de Araceae, Melastomataceae e Solanaceae; presença em grande quantidade de palmeiras, de <i>Cecropia</i> sp., <i>Shefflera morotonii</i> , dentre outras.
PZBGV E	129,86	2	1	2	3	3	1	33,0	Esta subárea é bastante próxima da anterior (30 m) e apresenta também sub-bosque bastante denso onde predominam as mesmas espécies vegetais citadas para a subárea anterior.
PZBGV F	180,20	2	1	2	2	2	2	17,0	Sub-bosque medianamente denso; presença significativa de lianas; nesta subárea predominam as espécies <i>Cecropia</i> sp., <i>Shefflera morotonii</i> , dentre outras.
PZBGV G	79,46	2	1	2	2	2	1	25,0	Nesta subárea predominam árvores frutíferas como <i>Artocarpus integrifolia</i> , <i>Spondias lutea</i> , <i>Ficus</i> sp., <i>Manikara zapota</i> , dentre outras, sub-bosque medianamente denso.
COF-UFBA 1	55,0	3	2	1	1	3	2	10,8	Sub-bosque relativamente denso com predominância de subarbustos, arbustos e árvores. Destacam-se as espécies <i>Cecropia</i> sp., <i>Byrsonima seriacea</i> , <i>Trema micranta</i> , dentre outras. Subárea classificada na classe de vegetação “Mata Secundária arbustiva-arbórea”.
COF-UFBA 2	49,0	3	2	3	1	3	2	10,8	Esta subárea pertence à mesma classe de vegetação da subárea anterior e possui as mesmas características estruturais da vegetação.
COF-UFBA 3	1,0	1	1	2	1	0	3	12,6	Vegetação herbácea heterogênea composta basicamente de gramíneas (capinzal); em um círculo de aproximadamente 5 m de raio é a única árvore com DAP > 50 cm encontrada.
COF-UFBA 4	1,0	1	3	1	1	1	3	25,0	Subárea incluída na classe de vegetação “Jardim com plantas ornamentais”; área com forte influência antropogênica geralmente compondo paisagismo de prédios e vias de acesso de pedestres e veículos.
COF-UFBA 5	1,0	1	3	1	1	0	3	25,0	Subárea onde a classe de vegetação é caracterizada como “Bambuzal”, onde predominam as touceiras de <i>Bambusa vulgaris</i> .
COF-UFBA 6	1,0	1	1	1	1	1	3	32,0	Esta subárea pertence à classe de vegetação “Jardim gramado”, onde há predominância de gramíneas ornamentais e exóticas e presença de árvores isoladas.
COF-UFBA 7	1,0	1	1	1	1	0	2	14,8	De acordo com a classificação proposta, esta subárea pertence à classe “Árvore isolada”; em um círculo de aproximadamente 5 m de raio não há presença de sub-bosque ou outras espécies vegetais.

*As características estruturais da vegetação descritas obedeceram aos critérios descritos na metodologia.

Tabela 2. Número de ninhos de espécies de abelhas e vespas que foram fundados durante o período de coleta (novembro de 2001 a janeiro de 2003), nos diferentes pontos amostrais.

	COF-UFBA										PZBGV								Total
	1	2	3	4	5	6	7	(n)	(%)		A	B	C	D	E	F	G	(n)	
Apidae																			
<i>Centris (Heterocentris) terminata</i> Smith, 1874	11	6	0	0	0	0	1	18	31	4	14	15	15	12	4	13	77	41	95
Megachilidae																			
<i>Megachile</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	3	2	3
Vespoidea																			
Sphecidae																			
<i>Podium</i> sp.	9	8	0	0	0	0	0	17	29	5	10	7	8	6	2	10	48	25	65
<i>Trypoxylon (Trypargilum) cinereum</i> Cameron, 1889	8	7	0	0	0	0	1	16	28	2	2	5	11	2	1	6	29	15	45
<i>Trypoxylon (Trypargilum)</i> sp.	4	3	0	0	0	0	0	7	12	2	5	5	13	3	0	5	33	17	40
Total	32	24	0	0	0	0	2	58	100	15	31	32	47	24	7	34	190	100	248

Tabela 3. Número de indivíduos das espécies de Euglossina coletados durante o período amostral (novembro de 2001 a abril de 2002), nos diferentes pontos amostrais.

Espécies	CFO-UFBA								PZBGV								Total
	1	2	3	4	5	Subtotal		A	B	C	D	E	Subtotal				
						n.	%						n.	%			
<i>Euglossa cordata</i> (Linnaeus, 1758)	164	373	95	277	363	1.272	57,70	370	187	160	55	208	980	42,35	2252		
<i>Euglossa fimbriata</i> Rebêlo & Moure 1995	1	0	0	0	1	2	0,05	5	1	1	0	2	9	0,40	11		
<i>Euglossa gaiani</i> Dressler 1982	0	2	0	1	1	4	0,20	1	0	0	0	0	1	0,04	5		
<i>Euglossa nignita</i> Smith 1874	0	0	0	0	0	0	0,00	0	1	0	2	0	3	0,10	3		
<i>Euglossa liopoda</i> Dressler 1982	1	0	0	1	0	2	0,10	0	2	0	3	0	5	0,20	7		
<i>Euglossa plesoticta</i> Dressler 1982	0	0	0	0	0	0	0,00	0	1	0	0	1	2	0,09	2		
<i>Euglossa sapphirina</i> Moure 1968	0	0	0	0	0	0	0,00	1	1	0	0	0	2	0,09	2		
<i>Euglossa securigera</i> Dressler 1982	0	1	0	0	0	1	0,05	0	0	0	0	0	0	0,00	1		
<i>Euglossa townsendii</i> Cockerell 1904	0	0	0	0	1	1	0,05	1	0	0	0	0	1	0,04	2		
<i>Euglossa truncata</i> Rebêlo & Moure 1995	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	1	1	0,04	1		
<i>Eulaema meriana flavescens</i> (Friese, 1899)	39	33	18	20	29	139	6,30	41	44	49	7	82	223	9,65	362		
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier 1841	200	185	4	183	211	783	35,50	346	296	133	43	267	1085	47,00	1868		
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin, 1845)	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	1	0	2	3	0,10	3		
TOTAL	405	594	117	482	606	2.203	100,00	765	533	344	110	563	2316	100,00	4.519		

A abundância de ninhos fundados nos diferentes pontos amostrais foi significativamente diferente (Kruskal-Wallis kw= 96,95; P<0,05). Por meio do teste de comparações múltiplas de Dunn foi possível verificar quais pontos diferiram significativamente dos outros, e também que estas diferenças são evidenciadas principalmente pela estrutura da vegetação.

A riqueza em espécies de ninhos fundados nos diferentes pontos não se mostrou muito diferente, sendo que os ninhos de *Megachile* sp. ocorreram apenas nas subáreas A e E do fragmento do PZBGV.

Houve fundação de apenas dois ninhos, durante todo o período amostral, no ponto 7 do COF-UFBA: um ninho de *Centris (H.) terminata* e um de *Trypoxylon (T.)*

cinereum.

As duas espécies de abelhas cleptoparasitas associadas aos ninhos de abelhas e vespas amostradas neste estudo ocorreram em quase todos os pontos (A, B, C, D, E e G) do fragmento mais contínuo (PZBGV). A ocorrência do único Coleoptera associado ao ninho de *Centris (H.) terminata*, também foi registrada em uma subárea (E) do PZBGV.

A composição faunística em relação às espécies mais abundantes que fundaram ninhos nos pontos amostrais não mostrou diferenças significativas. Apenas nos pontos A e F a ocorrência de *Trypoxylon (T.)* sp. e de *Trypoxylon (T.) cinereum* não foi registrada, sendo que somente a primeira espécie não foi registrada no ponto A, enquanto que no

ponto F as duas estavam ausentes.

O dendrograma resultante da análise de agrupamento (Fig. 3) mostra graficamente essas diferenças entre os pontos em relação à abundância de ninhos fundados, considerando-se as pequenas distâncias no gráfico. Observa-se a formação de um grande grupo constituído pelos pontos amostrais localizados na área do PZBGV, incluindo apenas os pontos 1 e 2 do COF-UFBA. Observa-se ainda que houve maior semelhança em termos de abundância de ninhos, entre alguns pontos de fragmentos diferentes, do que entre os pontos de cada fragmento, que pode ser evidenciado pela formação de um grupo constituído pelas subáreas Z e D do PZBGV e 1 e 2 do COF-UFBA.

Quanto à riqueza e abundância de euglossíneos, embora o teste empregado não tenha revelado diferença significativa entre os pontos amostrais (KW = 7,041; P = 0,6329 e KW = 1,595; P = 0,9964, respectivamente), o dendrograma resultante da análise de agrupamento (Fig. 4) evidencia uma tendência para formação de dois grandes grupos. O primeiro inclui os pontos 2, 3, 4 e 5 do COF-UFBA e C do PZBGV e o segundo agrupamento é constituído por A, B, D e E do PZBGV e 1 do COF-UFBA.

Relação entre as variáveis ambientais e os pontos amostrais

A partir da análise do diagrama de ordenação da Análise Canônica de Correspondência (ACC) é possível observar que as variáveis ambientais mensuradas tiveram algum poder de explicabilidade na caracterização dos pontos amostrais, com exceção do ponto A da PZBGV, que não apresentou relação com nenhuma das variáveis analisadas. As variáveis ambientais mais importantes no estabelecimento do gradiente ambiental observado foram exposição ao sol (SOexp), densidade do sub-bosque (SBden), densidade de folhagem nos estratos de 0-5m e 5-10m (FOden^{0-5m} e FOden^{5-10m}) e densidade da plantas lenhosas (PLden).

Com relação aos pontos amostrais observa-se a formação de um grande grupo contendo as subáreas 3, 4, 5,

6 e 7 do fragmento do COF-UFBA (Fig. 5), evidenciando uma significativa semelhança entre estas áreas onde a variável explicativa foi a exposição dos ninhos-armadilha ao sol (SOexp).

No entanto, entre os pontos localizados no PZBGV não foi possível observar a formação de um grupo onde estivessem representadas todos (ou a maioria) os pontos amostrais deste fragmento, que formaram pequenos grupos em relação a diferentes variáveis explicativas.

Pode-se observar que os pontos amostrais G e D do fragmento do PZBGV e os pontos 1 e 2 do COF-UFBA estiveram mais correlacionados às variáveis ambientais que tiveram maior poder de explicabilidade (SBden, FOden^{0-5m} e FOden^{5-10m}), evidenciado pelo comprimento das flechas que representam tais variáveis e que, portanto, foram as variáveis mais importantes no estabelecimento do gradiente ambiental.

A densidade da folhagem entre os estratos de 10 a 20 m (FOden^{10-20m}) parece ter exercido uma influência contrária à distribuição dos pontos amostrais no diagrama, que pode ser observada pela disposição contrária à direção da flecha que representa tal variável.

A variável ambiental densidade de plantas lenhosas (PLden) exerceu influência direta na formação do grupo C e F do fragmento do PZBGV.

Relação entre as variáveis ambientais e a distribuição das abundâncias e riquezas de abelhas e vespas

Nos diagramas de ordenação, resultante da Análise Canônica de Correspondência, representados nas Figuras 6 e 7, são apresentadas as relações entre as variáveis ambientais mensuradas, representadas pelas flechas, e as quatro espécies predominantes nos ninhos-armadilha e as 13 espécies de Euglossina coletadas nas armadilhas odoríferas, respectivamente. A direção da flecha indica a direção do maior incremento de abundância no plano e seu comprimento indica a taxa de alteração de densidade nessa direção.

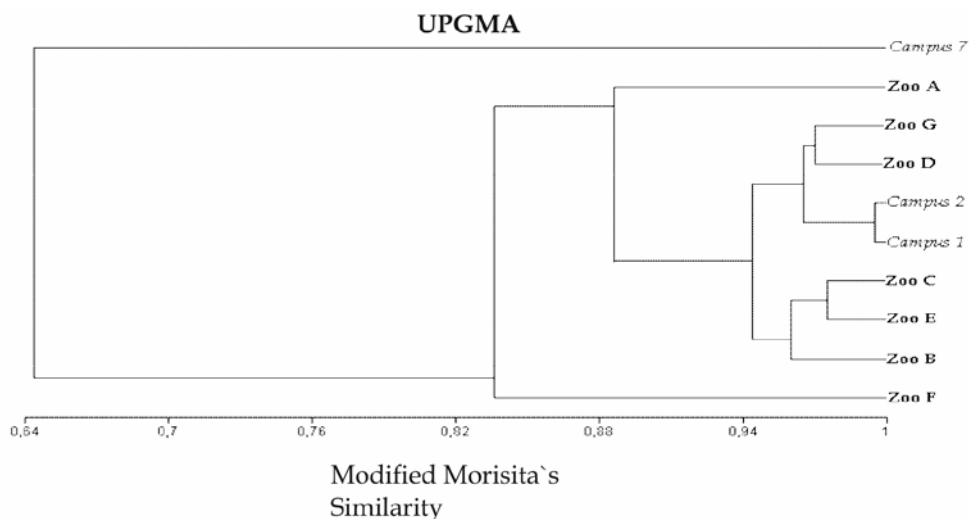


Fig. 3. Similaridade entre os pontos amostrais com base no índice de Morisita-Horn (MAGURRAN, 1988) para o número de ninhos coletados durante o período amostral. As subáreas Zoo A-G encontram-se no PZBGV e Campus 1, 2 e 7 no COF-UFBA.

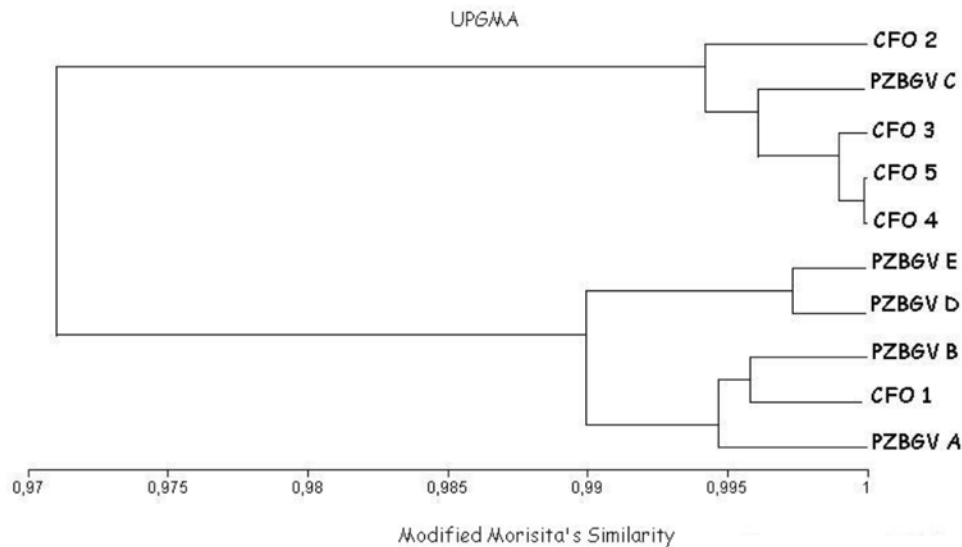


Fig. 4. Similaridade entre os pontos amostrais com base no índice de Morisita-Horn (MAGURRAN, 1988) para o número de indivíduos e espécies de Euglossina coletados durante o período amostral.

Para os ninhos-armadilha, os dois primeiros eixos do diagrama de ordenação explicaram 53,2% e 77,8% da variação dos dados, respectivamente. Quanto aos euglossíneos, os dois primeiros eixos do diagrama de ordenação explicaram 67,4% e 82,5% da variação dos dados, respectivamente. O coeficiente de correlação de Pearson evidenciou alta correlação entre as variáveis ambientais mensuradas e a abundância das espécies coletadas nos ninhos-armadilha ($r^2 = 0,84$; $P = 0,003$) e a abundância e a riqueza das abelhas Euglossina ($r^2 = 0,90$; $P = 0,005$).

As variáveis ambientais que parecem ter maior influência na explicabilidade da distribuição das abundâncias

dos ninhos de *Trypoxylon (T.) cinereum* e *Trypoxylon (T.)* sp. coletados foram, respectivamente, a $FOden^{5-10m}$, $FOden^{0-5m}$ (densidade da folhagem compreendida entre os estratos de 5 a 10 m e de 0 a 5 m, respectivamente) e a SBden (densidade do sub-bosque). A presença de *Podium* sp. no centro do diagrama sugere que esta espécie não foi fortemente influenciada por nenhuma das variáveis ambientais mensuradas. No entanto, a variável que parece ter exercido especialmente maior influência na distribuição de *C. (H.) terminata* foi a densidade de plantas lenhosas (PLden), sugerindo que a presença dos ninhos desta espécie foi mais abundante onde havia uma maior densidade de plantas lenhosas nas áreas de estudo.

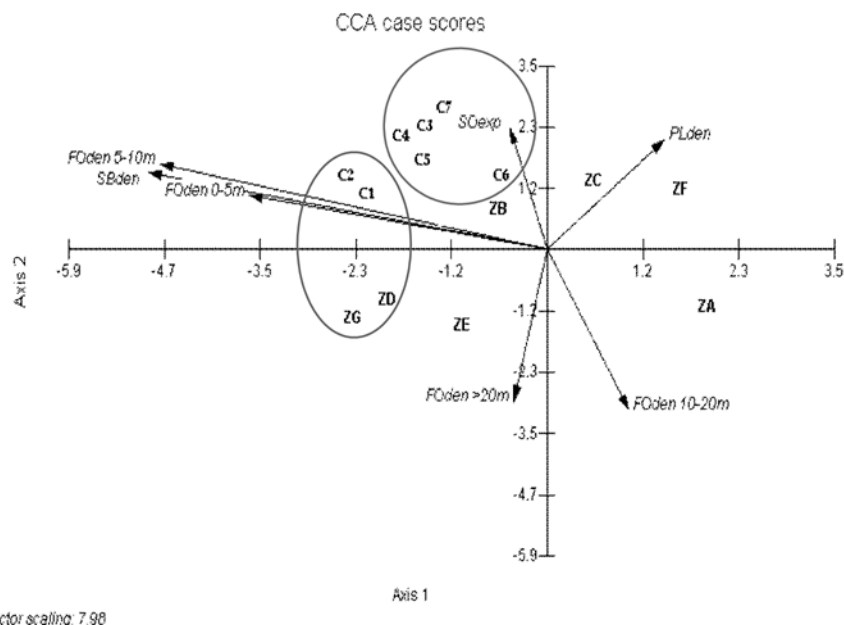


Fig. 5. Diagrama de ordenação da Análise Canônica de Correspondência (ACC), onde estão representados os pontos amostrais em relação às variáveis ambientais mensuradas. Os pontos C1 – C7 encontram-se no Campus Universitário Ondina-Federação (COF-UFBA) e os pontos ZA – ZG estão localizados no Parque Zoobotânico Getúlio Vargas (PZBGV). As flechas representam as variáveis ambientais: F0den = Densidade da Folhagem; SBden = Densidade do Sub-Bosque; SOexp = Exposição das armadilhas ao sol; PLden = Densidade de Plantas Lenhosas.

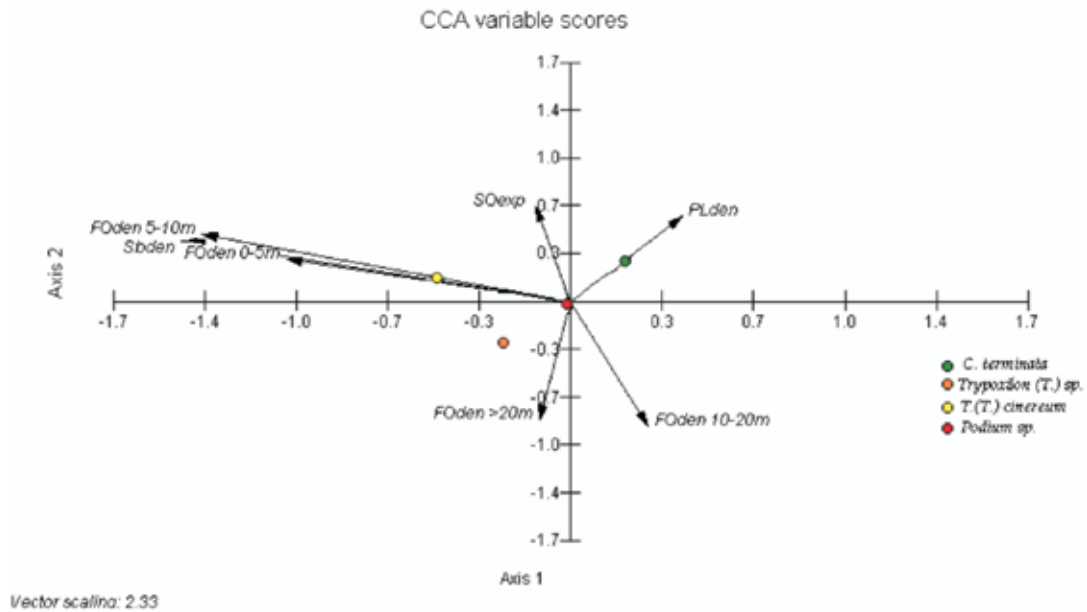


Fig. 6. Diagrama de ordenação da Análise Canônica de Correspondência (ACC). Os símbolos coloridos representam as espécies coletadas nos ninhos-armadilha e as flechas representam as variáveis ambientais mensuradas: FODen = Densidade da Folhagem; SBden = Densidade do Sub-Bosque; SOexp = Exposição das armadilhas ao sol; PLden = Densidade de Plantas Lenhosas.

Quanto à abundância e riqueza de abelhas *Euglossina*, as variáveis ambientais que apresentaram maior relação foram densidade do sub-bosque (SBden), densidade de plantas lenhosas (PLden) e densidade de folhagem no estrato maior que 20 metros (FODen^{>20m}), observadas nos pontos E e D. Estas variáveis, juntamente com a exposição das armadilhas ao sol (SOexp), foram as mais importantes para a origem do gradiente observado.

A exposição das armadilhas ao sol e a ausência de folhagem no estrato de 0 a 5 metros foram fatores desfavoráveis à abundância e riqueza de espécies de abelhas nas áreas de estudo, características observadas nos pontos amostrais 2, 3, 4, 5 e C, respectivamente.

As espécies mais abundantes (*E. cordata*, *E. nigrita* e *E. m. flavescens*) mostraram-se menos influenciadas pelo gradiente observado no diagrama de ordenação, com relação às variáveis ambientais mensuradas.

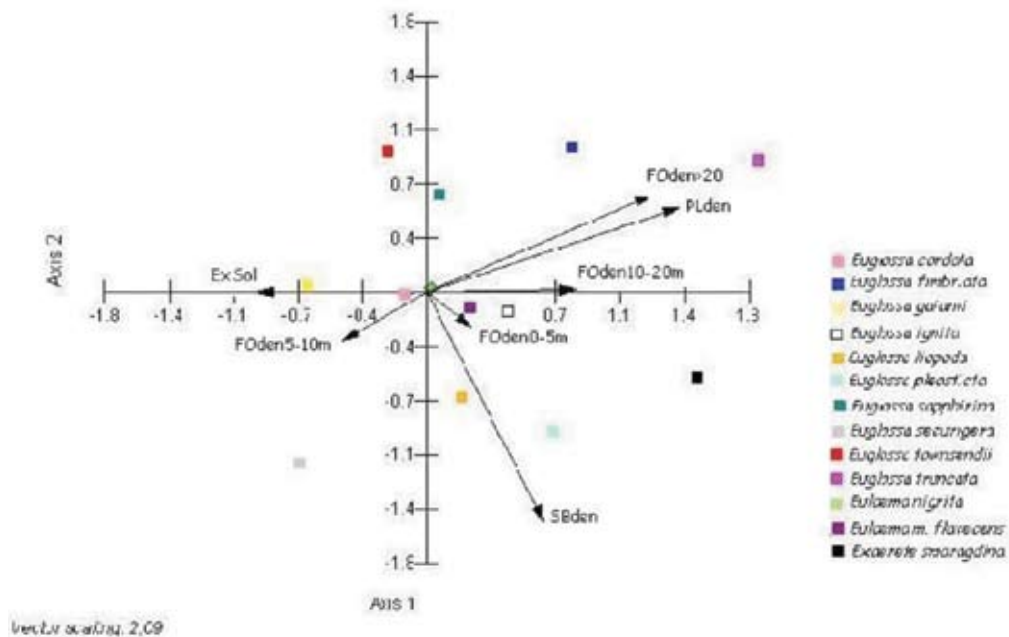


Fig. 7. Diagrama de ordenação da Análise Canônica de Correspondência (ACC). Os símbolos coloridos representam as espécies de *Euglossina* coletados nas armadilhas odoríferas e as flechas representam as variáveis ambientais mensuradas: FODen = Densidade da Folhagem; SBden = Densidade do Sub-Bosque; SOexp = Exposição das armadilhas ao sol; PLden = Densidade de Plantas Lenhosas.

DISCUSSÃO

a) Existência de um gradiente ambiental entre os pontos amostrais

Os pontos amostrais distribuídos entre os dois fragmentos florestais investigados nesse estudo mostraram-se diferentes quanto à estrutura local do micro-habitat, evidenciando um gradiente de antropização mais pronunciado na área do COF-UFBA do que do PZBGV, área mais preservada.

Dois principais grupos foram formados. O primeiro agrupou os pontos amostrais 3, 4, 5, 6 e 7, localizados no COF-UFBA, cujas principais características foram o alto grau de exposição ao sol e a baixa densidade de folhagem, sendo a primeira a principal variável explicativa para a formação desse grupo. Já o segundo, formado pelos pontos D e G do PZBGV e 1 e 2 do CFO-UFBA, esteve mais relacionado às variáveis ambientais características de locais mais preservados, como alta densidade do sub-bosque e da densidade de folhagem, principalmente nos estratos entre 0 a 10m.

b) Abundância e riqueza de espécies de abelhas e vespas solitárias nos diferentes pontos amostrais

A riqueza de abelhas e vespas coletadas em ninhos-armadilha foi baixa quando comparada à de outros estudos que utilizaram metodologia similar, tanto em áreas florestadas (PÉREZ-MALUF, 1993; CAMILLO *et al.*, 1995; MORATO & CAMPOS, 2000) quanto em ambientes abertos, como dunas litorâneas (VIANA *et al.*, 2001) e caatinga (AGUIAR *et al.*, 2005), e não foi muito variável entre os pontos amostrais. As diferenças observadas entre esses pontos refletem principalmente as proporções de cada espécie, ou seja, a abundância.

As unidades amostrais localizadas no fragmento do Parque Zoobotânico Getúlio Vargas, embora tenham apresentado uma significativa diferença em relação às unidades situadas no fragmento do Campus Universitário Ondina/Federação em termos de abundância de ninhos das espécies coletadas, mostraram-se pouco diferentes no que diz respeito à riqueza de espécies. Nesse fragmento, além das espécies que fundaram os ninhos, registraram-se uma espécie de abelha da família Megachilidae (*Coelioxys* sp.), uma de vespa da família Chrysididae (*Neochrysis* (*Exochrysis*) sp.), ambas cleptoparasitas, e uma de Coleoptera (*Tetrazyx* sp.), também parasita. A presença, em número reduzido, dos parasitas de ninhos, observada exclusivamente nos pontos amostrais do fragmento do PZBGV, pode evidenciar a maior susceptibilidade aos inimigos naturais em habitats degradados (KRUESS & TSCHARNTKE, 1994).

Nos pontos amostrais do COF-UFBA 3, 4, 5 e 6 não foi coletado nenhum ninho nidificado por abelhas e/ou vespas. No ponto 7 desse fragmento foram coletados apenas dois ninhos, nidificados por uma espécie de abelha e uma de vespa.

Padrão semelhante foi observado em relação à fauna de Euglossina. Pouca diferença foi observada entre

os pontos amostrais com relação à riqueza de espécies. Os valores de dissimilaridade (distâncias no dendograma) refletem principalmente as diferenças na abundância relativa das espécies, que podem ser atribuídas à maior sensibilidade das espécies de mata a áreas mais abertas e quentes.

Quando comparado ao registrado em outras localidades costeiras do Estado da Bahia (RAW, 1989; NEVES & VIANA, 1997; VIANA *et al.*, 2002), assim como em outros estudos realizados na região Nordeste e em outras regiões do Brasil (RAW, 1989; NEVES & VIANA, 1997; BEZERRA & MARTINS, 2001; BRITO & RÊGO, 2001; SILVA & REBÊLO, 2002; VIANA *et al.*, 2002), o número de espécies de Euglossina coletado nos fragmentos, no presente estudo, pode ser considerado representativo da fauna local, sendo inferior apenas à riqueza encontrada na região amazônica e áreas circunvizinhas, onde foi coletado o maior número de espécies (PEARSON & DRESSLER, 1985; ROUBIK & ACKERMAN, 1987; ACKERMAN, 1983; OLIVEIRA & CAMPOS, 1995; REBÊLO & SILVA, 1999; MORATO & CAMPOS, 2000), provavelmente devido à existência de certos vegetais que são imprescindíveis à sobrevivência dessas abelhas (REBÊLO, 2001). Embora as comparações entre estudos faunísticos realizados entre diferentes áreas amostrais sejam passíveis de erros advindos das diferenças no esforço amostral, nos tipos de iscas-odores utilizadas, nas fisionomias da vegetação e nos fatores físicos do tempo, entre outros, elas são justificadas se for considerado que os estudos acima mencionados foram realizados com metodologia similar e padronizada, que a variação na ordem de grandeza das espécies é pequena e que o número de indivíduos amostrados nesses levantamentos está acima do limite considerado adequado para estimativas de riqueza local (CURE *et al.*, 1991).

c) Relação entre a estrutura da vegetação e os padrões de riqueza e abundância de abelhas e vespas observadas

Recentes estudos (KRUESS & TSCHARNTKE, 1994; STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE, 1999; 2002) têm revelado que as espécies respondem de forma diferente às modificações do habitat, entretanto a probabilidade de ocorrência e manutenção de diversas espécies pode ser afetada pelas modificações do micro-habitat produzidas pela redução da cobertura da vegetação original. Essas modificações podem alterar as composições das comunidades, bem como seus padrões de abundância, que por um lado seriam desfavoráveis às espécies residentes no interior da mata, e por outro beneficiariam àquelas que vivem em ambientes abertos e/ou que apresentam grande plasticidade em relação ao habitat (LOVEJOY *et al.*, 1984, 1986).

Neste estudo, foi possível observar uma correlação entre as abundâncias das espécies de abelhas e vespas coletadas e as variáveis ambientais mensuradas, onde a cobertura vegetal estimada através da densidade do sub-bosque (SBden) e da densidade das plantas lenhosas (PLden) e a própria exposição dos ninhos ao sol (SOexp) nas subáreas mais abertas foram as variáveis mais importantes no estabelecimento do gradiente ambiental observado.

A ocorrência dos ninhos fundados, de modo geral,

foi limitada principalmente pelo grau de exposição dos ninhos ao sol, cuja relação direta é a própria cobertura vegetal, e exposição a temperaturas diurnas elevadas, ou mesmo à escassez de recursos alimentares e de locais para nidificação nas unidades amostrais mais abertas, localizadas no COF-UFBA.

Em relação às Euglossina, é possível que a presença da mata no PZBGV esteja favorecendo a manutenção de populações de espécies de abelhas desse grupo, já que as variáveis ambientais que apresentaram maior explicabilidade para a abundância e riqueza dessas abelhas foram densidade do sub-bosque (SBden), densidade de plantas lenhosas (PLden) e densidade de folhagem no estrato maior que 20m (FOden^{>20m}), variáveis identificadas no PZBGV.

As espécies mais comuns desse grupo, *E. nigrita*, *E. cordata* e *Eulaema meriana flavescens*, foram responsáveis pela similaridade faunística entre os pontos agrupados. Estas abelhas foram também encontradas em áreas abertas em outros estudos (RAW, 1989; VIANA *et al.*, 2002). Essas espécies podem viajar longas distâncias à procura de fontes de recursos mais abundantes, atravessando, inclusive, áreas urbanizadas, principalmente com relação à *E. nigrita* e *E. meriana flavescens*, abelhas maiores que voam no dossel e em áreas abertas com condições ensolaradas em uma extensão mais distante do que a maioria dos membros do gênero *Euglossa*, que compreende a maioria das espécies locais (ROUBIK, 1993).

Deve-se ressaltar ainda que as espécies *E. nigrita*, *E. cordata* e *E. meriana flavescens* estiveram pouco associadas ao gradiente ambiental observado, provavelmente porque as variáveis mensuradas não exercem influência na presença/abundância dessas abelhas. Possivelmente, outras variáveis ambientais não mensuradas estejam relacionadas aos padrões observados.

Por outro lado, o fato das espécies *E. ignita*, *E. pleosticta*, *E. sapphirina*, *E. truncata* e *E. smaragdina* terem sido amostradas exclusivamente no PZBGV sugere que mesmo áreas desmatadas estreitas devem funcionar como

barreiras para os euglossíneos, pelo menos para a fauna local dessas abelhas. É provável que abelhas pouco ou não representadas fora da mata sejam mais vulneráveis e intolerantes a fatores físicos, como, por exemplo, excesso de luz ou temperatura elevada, devendo ter uma maior capacidade de voo em locais onde a temperatura é mais baixa e a umidade é maior (LOVEJOY *et al.*, 1986). A ausência dessas espécies no COF-UFBA reflete, mais uma vez, a sensibilidade de espécies de mata a áreas muito iluminadas e quentes. Deve-se ressaltar, contudo, que as espécies coletadas principalmente nos locais mais abertos (*E. securigera*) podem ser espécies que sejam, realmente, mais abundantes em áreas alteradas e, portanto, mais adaptadas às condições destes locais.

Considerando o número relativamente alto de ninhos de espécies de abelhas e vespas solitárias fundados nestes remanescentes (n=259) e de indivíduos de euglossíneos (n=4.519) coletados nas armadilhas odoríferas, parece razoável afirmar que esses pequenos fragmentos de mata possuem uma importância biológica fundamental na manutenção da biodiversidade local. As áreas verdes ainda presentes no COF-UFBA e no PZBGV podem representar refúgios importantes para populações de abelhas e vespas solitárias, já que na ausência de grandes áreas florestadas as espécies desses grupos podem utilizar pequenas áreas remanescentes como refúgio (POWEL & POWEL, 1987), e constituem importantes fontes de recursos não apenas para as abelhas e vespas residentes dessas áreas, mas também para aquelas que residem em áreas adjacentes.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida ao primeiro autor e à FAPESB e ao PROCES/UFBA, pelas bolsas concedidas ao segundo e terceiro autores, respectivamente. A Edinaldo Luz das Neves e Gabriel A. R. Melo, pela identificação das abelhas e vespas e à equipe do Laboratório de Biologia de Abelhas – LABEA, em especial ao Biólogo Solon Guimarães Xavier de Souza, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN JD. 1983. Specificity and mutual dependency of the orchid-euglossine bee interaction. **Biol. J. Linn. Soc.** 20: 301-304.
- AGUIAR CML, CA GARÓFALO & GF ALMEIDA. 2005. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) que nidificam em ninhos-armadilha em áreas de floresta semi-decídua e caatinga, Bahia, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** 22: 1030-1038.
- AIZEN MA & P FEINSINGER. 1994. Forest fragmentation pollination, and plant reduction in a chaco dry forest, Argentina. **Ecology.** 75: 330-351.
- ALVES DOS SANTOS I. 1998. A importância das abelhas na polinização e manutenção da diversidade dos recursos vegetais. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 3. **Anais.** Ribeirão Preto: USP. p. 101-106.
- APPELQVIST T, R GIMDAL & O BENGTON. 2001. Insects and mosaic landscapes. In: L ANDERSSON, R MARCIAU, H PALITTO, B TARDY & H READ (eds.). **Tools for preserving biodiversity in the nemoral and boreonemoral biomes of Europe.** Textbook 1, NACON-EX programme.
- BATRA SWT. 1995. Bees and pollination in our changing environment. **Apidologie.** 26: 361-370.
- BEZERRA C P & C . MARTINS. 2001. Diversidade de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em dois fragmentos de Mata Atlântica localizados na região urbana de João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Revta. Bras. de Zool.** 18(3): 823-835.
- BRITO CM & MMC RÉGO. 2001. Community of male Euglossini bees (Hymenoptera, Apidae) in a secondary forest, Alcântara, MA, Brazil. **Braz. J. Biol.** 61(4): 631-638.
- BROER PJ 1981. On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. **Oecologia** 50: 39-53.
- CAMILLO E, CA GARÓFALO, JC SERRANO & G MUCILLO. 1995. Diversidade e abundância sazonal de abelhas e vespas solitárias em ninhos armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Revta. bras. Ent.** 39(2): 459-470.
- CEDERBERG B. 1999. Wild bees in pollination - a necessity for landscape

- and cultivation? *Royal Swedish Acad. Agric. Forestry* 138(3): 63-68.
- CURE JR, GS BASTOS FILHO, MJF OLIVEIRA & FO SOUZA. 1991. Influência do tamanho da amostra na estimativa da riqueza em espécies em levantamentos de abelhas silvestres (Hymenoptera, Apoidea). *Revta. bras. Zool.* 7(1-2): 101-110.
- DAILY GC. 1997. What are ecosystem services? p. 1-10. In: GC DAILY (ed.). *Nature's services*. Washington, DC: Island Press.
- DEBINSKI DM., ME JAKUBAUSKAS & K KINDECHET. 2000. Montane meadows as indicators of environmental changes. *Environ. Monit. Assess.* 64: 213-225.
- DIDHAM RK, J GHAZOUL, NE STORK & AJ DAVIS. 1996. Insects in fragmented forests: A functional approach. *Tree* 11(6): 255-260.
- DODSON CH, RL DRESSLER, HG HILLS, RM ADAMS & NH WILLIAMS. 1969. Biologically active compounds in orchid fragrances. *Science* 164(13): 1243-1249.
- EHRlich PR, DD MURPHY, MC SINGER, CB SHERWOOD & IL BROWN. 1980. Extinction, reduction, stability and increase: the response of checkerspot butterflies to be California drought. *Oecologia* 46: 101-105.
- ENGEL VL, RCB FONSECA & RE OLIVEIRA. 1998. Ecologia de lianas e o manejo de fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12: 43-64.
- FRANKIE GW, LE NEWSTROM, SB WILSON, SB VINSON & JF BARTHELL. 1998. Nesting – habitat preferences of selected *Centris* bees species in Costa Rican dry forest. *Biotropica* 25: 322-33.
- HALLET P E. 2001. Three factors affecting annual yields of solitary bees and wasps. *Am. Bee J.* 141: 209-212.
- HARRIS AC. 1994. *Ancistrocerus gazella* (Hymenoptera: Vespoidea: Eumenidae): a potentially useful biological control agent for leafrollers *Plantortix octo*, *P. excessana*, *Ctenopseustis obliqua*, *C. herana*, and *Epiphyas postvittana* (Lepidoptera: Tortricidae) in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticulture* 22: 35-238.
- HARRISON SP & EM BRUNA. 1999. Habitat fragmentation and large-scale conservation: what do we know for sure? *Ecography* 22: 222-232.
- HUBBELL SP & RB FOSTER. 1986. Canopy gaps and the dynamics of a Neotropical forest, p. 77-95. In: MJ CRAWLEY (ed). *Plant ecology*. Oxford: Blackwell.
- KEARNS CA, DW INOUE & NM WASER. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinators interactions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 29: 83-112.
- KEVAN PG. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agric. Ecosyst. Env.* 74: 373-393.
- KREBS CJ. 1999. *Ecological methodology*, p. 375-387 California: Ed. Benjamin/Cummings.
- KROMBEIN K. 1967. *Trap-nesting wasps and bees: life histories, nests and associates*. Washington DC: Smithsonian Institution Press.
- KRUESS A & T TSCHARNTKE. 1994. Habitat fragmentation species loss and biological control. *Science* 264: 1581-1584.
- KWAK MM, O VELTEROP & J VAN ANDEL. 1998. Pollen and gene flow in fragmented habitat. *Appl. Veg. Sci.* 1: 37-54.
- LASALLE J & ID GAULD (eds.). 1993. *Hymenoptera and biodiversity*. Wallingford: C.A.B. International.
- LIOW LH. Bee diversity along a gradient of disturbance in tropical lowland forests of Southeast Asia. 2001. *CBM:s skriftserie* 3: 101-130.
- LOVEJOY TE, JM RANKIN, RO BIERREGAARD, KS BROWN, LH EMMONS & M VAN DER VOOT. 1984. Ecosystem decay of Amazon forest remnants, p. 295-325. In: NH NITECKI (Ed.). *Extinctions*. Chicago: University of Chicago Press.
- LOVEJOY TE, RO BIERREGAARD JUNIOR & AB RYLANDS. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments, p. 257-285. In: ME SOULÉ (ed.). *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Sunderland: Sinauer Associates
- MAGURRAN AE. 1988. *Ecology diversity and its measurement*. Princeton: Princeton University Press.
- MALCOLM JR. 1995. Forest structure and the abundance and diversity of Neotropical small mammals, p. 179-197. In: MD LOWMAN & NM NADKAMI (eds.). *Forest canopies*. San Diego: Academic Press.
- MATTHIES D, B SCHMID & P SCHMID-HEMPEL. 1995. The importance of population processes for the maintenance of biological diversity. *Gaia* 4: 199-209.
- MORATO EF. 1994. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada nas vizinhanças de Manaus (Brazil). *Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, Sér Zool.* 10(1): 95-105.
- MORATO EF, LA DE O CAMPOS. 2000. Efeito da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias em uma área da Amazônia Central. *Revta. Bras. Zool.* 17(2): 429-444.
- NAEEM S. 2002. Ecosystem consequences of biodiversity loss: the evolution of a paradigm. *Ecology* 83(6): 1537-1552.
- NEVES EL & BF VIANA. 1997. Inventário da fauna de Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) do Baixo Sul da Bahia, Brasil. *Revta. Bras. Zool.* 14(4): 831-837.
- NEVES EL & BF VIANA. 1999. Comunidade de machos de Euglossinae (Hymenoptera: Apidae) das Matas Ciliares da Margem Esquerda do Médio Rio São Francisco, Bahia. *Ann Soc Entomol. Bras.* 28(2): 201-210.
- OLIVEIRA ML & LA CAMPOS 1995. Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revta. Bras. Zool.* 12(3): 547- 556.
- PEARSON DL & RL DRESSLER. 1985. Two-year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Peru. *J. Trop. Ecol.* 1: 37-54.
- PÉREZ-MALUF R. 1993. *Biologia de vespas e abelhas solitárias, em ninhos-armadilhas, em Viçosa - MG*. Univ. Federal de Viçosa, Viçosa, MG MSc. diss.
- POWELL AH & GVN POWELL. 1987. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 19: 176-179.
- RATHCKE BJ & ES JULES. 1993. Habitat Fragmentation and Plant-Pollinator Interactions. *Curr. Sci.* 65(3): 273-277.
- RAW A. 1989. The dispersal of euglossine bees between isolated patches of eastern Brazilian wet forest (Hymenoptera, Apidae). *Revta. Bras. Entomol.* 1: 103-107.
- REBÊLO JMM & FS SILVA. 1999. Distribuição das abelhas Euglossini (Hymenoptera: Apidae) no estado do Maranhão, Brasil. *Ann. Soc. Entomol. Bras.* 28(3): 389-401.
- REBÊLO JMM. 2001. *História natural das Euglossíneas. As abelhas das orquídeas*. São Luís: Lithograf.
- RELATÓRIO FINAL PROJETO CAMPUS: 2000. *Mapeamento e levantamento de dados ambientais e de infra-estrutura do Campus Federação da UFBA, com o uso de um sistema de informações geográficas – SIG: informações básicas para a gestão territorial*. Diretório Acadêmico de Geologia, Instituto de Geociências, UFBA. Salvador, Bahia.
- ROSENBERG DM, HV DANKS & DM LEHMKUHL. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Env. Manag.* 10: 773-783.
- ROUBIK DW & JD ACKERMAN. 1987. Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panama. *Oecologia* 73: 321-333.
- ROUBIK DW. 1993. Tropical pollinators in the canopy and understory: field data and theory for stratum “preferences”. *J. Ins. Behav.* 65(6): 659-673.
- SAUNDERS DA, RJ HOBBS & CR MARGULES. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review. *Conserv. Biol.* 5(1): 18-30.
- SILVA MCM & CF MARTINS. 1999. Flora apícola e relações tróficas de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de restinga (Praia de Intermares, Cabedelo – PB, Brasil). *Principia* 7: 40-51.
- SILVA FS & JMM. REBÊLO. 2002. Population dynamics of Euglossinae bees (Hymenoptera, Apidae) in an early second-growth forest of Cajual Island, in the state of Maranhão, Brazil. *Braz. J. Biol.* 62: 15-23.
- SOULÉ ME & GH ORIAN. 2001. *Conservation Biology: research priorities for the ant*. Washington: Island Press.

- SOUZA OFF & VB BROWN. 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termites communities. **J. Trop. Ecol.** 10: 197-206.
- STEFFAN-DEWENTER I. 2003. Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragmented orchard meadows. **Conserv. Biol.** 17(4): 1036-1044.
- STEFFAN-DEWENTER I & T TSCHARNTKE, 1999. Effects of habitat isolation on pollinator communities and seed set. **Oecologia** 121: 432-440.
- STEFFAN-DEWENTER I & T TSCHARNTKE. 2002. Insect communities and biotic interactions on fragmented calcareous grasslands – a mini review. **Biol. Conserv.** 104: 275-284.
- TER BRAAK CJF. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology** 67: 1167-1179.
- TSCHARNTKE T. 2002. Fragmentation of Phragmites habitats, minimum viable population size, habitat suitability, and local extinction of moths, midges, flies, aphids, and birds. **Conserv. Biol.** 6(4): 530-536.
- TSCHARNTKE T, A GATHMANN & I STEFFAN-DEWENTER. 1998. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and intrusions. **J. Appl. Ecol.** 35: 708-719.
- TSCHARNTKE T, I STEFFAN-DEWENTER, A KRUESS & C THIES. 2002. Contribution of small habitat fragments to conservation of insect communities of grassland-cropland landscapes. **Ecol. App.** 12(2): 354-363.
- VIANA BF & I ALVES-DOS-SANTOS. 2002. Bee diversity of the coastal sand dunes of Brazil, p. 135-153. *In*: PG KEVAN & VL IMPERATRIZ-FONSECA (eds.). **Pollinating bees: The conservation link between agriculture and nature**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- VIANA BF, FO DA SILVA & AMP KLEINERT. 2001. Diversidade e Sazonalidade de Abelhas Solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em Dunas Litorâneas no Nordeste do Brasil. **Neotrop. Entomol.** 30(2): 245-251.
- VIANA BF, AMP KLEINERT & FO SILVA. 2002. Ecologia de *Xylocopa* (*Neoxylocopa*) *cearensis* (Hymenoptera, Anthophoridae) nas dunas litorâneas de Abaeté, Salvador, Bahia. **Iheringia** 92(4): 47-57.
- WESTRICH P. 1996. Habitat requirements of Central European bees and the problems of partial habitats, p. 1-16. *In*: A MATHESON, SL BUCHMANN, CO' TOOLE, P WESTRICH & IH WILLIAMS (eds.). **The conservation of bees**. London: Linnean Society of London and the International Bee Research Association.
- WILLIAMS NH & WM WHITTEN. 1983. Orchid floral fragrances and male euglossine bees: methods and advances in the last sesquidecade. **Biol. Bull.** 164: 355-395.
- ZABEL J & T TSCHARNTKE. 1998. Does fragmentation of *Urtica* habitats affect phytophagous and predatory insects differentially? **Oecologia** 116: 419-425.