

**MORFOMETRIA DA ANTENA, NÚMERO E DISTRIBUIÇÃO DE
ESTRUTURAS SENSORIAIS OLFATIVAS EM ABELHAS
EUGLOSSINA E MELIPONINA (HYM: APIDAE)**

CLAUDIA BEZERRA DA SILVA GONÇALVES

Dissertação apresentada a Universidade Federal da Grande Dourados como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas (Área de Entomologia).

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
FEVEREIRO - 2007**

**MORFOMETRIA DA ANTENA, NÚMERO E DISTRIBUIÇÃO DE
ESTRUTURAS SENSORIAIS OLFATIVAS EM ABELHAS
EUGLOSSINA E MELIPONINA (HYM: APIDAE)**

CLAUDIA BEZERRA DA SILVA GONÇALVES

**Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Mônica Maria Bueno de
Moraes**

**Co-orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Fátima Cristina De-Lazari
Manente Balestieri**

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
FEVEREIRO – 2007**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

595.799 Gonçalves, Claudia Bezerra da Silva
G635m Morfometria da antena, número e distribuição de estruturas sensoriais olfativas em abelhas Euglossina e Meliponina (Hymenoptera: Apidae) / Claudia Bezerra da Silva Gonçalves – Dourados, MS: UFGD, 2007.
76p.

Orientadora: Profa. Dr. Mônica Maria Bueno de Moraes
Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1.Abelhas. 2. Morfometria. 3. *Sensilla placodea*. 4. Abelhas - Sistema sensorial. I. Título.

Aos meus pais

Geni e Jaime (*in memoriam*)

E irmãos

Cristiane e Paulo Henrique

Pois são parte da minha vida

Ao meu querido esposo

Heleno Antonio Gonçalves

Pois as muitas águas não poderiam apagar esse amor e nem os rios afogá-lo: ainda que alguém desse toda a sua fazenda de sua casa por esse amor, certamente desprezariam.

Á minha orientadora

Professora Doutora Mônica Maria Bueno
de Moraes

Fonte de todo o meu conhecimento

Amiga e Pessoa admirável

Não haveria palavras para agradecer

Reconhecimento à Instituição

Científica

- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Bolsa de Estudos para a realização do curso de Mestrado.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos para todas as pessoas que durante o curso se tornaram importantes durante a realização do Mestrado.

A Prof.^a Dr.(a) Mônica Maria Bueno de Moraes, por toda a orientação dessa Dissertação, apoio, amizade.

A Prof.^a Dr.(a) Fátima Cristina De-Lazari Manente Balestieri pela compreensão e colaboração na co-orientação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Benedito Perrella Balestieri, (UFGD), pela concessão e identificação das abelhas.

Ao Prof. Valter Vieira Alves-Júnior, pela disposição de sala, no Laboratório de Entomologia (UFGD).

A Prof.^a Msc. Ângela Canesin (UFGD), pela disposição de sala para ambiente escuro, durante a realização deste trabalho.

Aos técnicos de Laboratório (Laboratório de Botânica da UFGD), pela disposição de materiais.

Ao Felipe Varussa de Oliveira Lima, pela ajuda com algumas abelhas para a realização deste trabalho.

A Secretaria do Programa de Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade.

Aos Professores do Curso de Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pelo conhecimento e ajuda.

Aos amigos, Roberto Alves Medeiro e Fagner Marques Pacheco pela ajuda prestada.

Aos meus companheiros de mestrado por toda amizade e ajuda prestada durante o curso:

Darque Ratier Bitencurt.

Evanir Martins

Leandro Pereira Pollato.

Rosimeire da Silva Fernandes.

Rodrigo Aranda.

À todos que de uma forma ou outra ajudaram no decorrer do curso de Mestrado.

ÍNDICE

1. RESUMO-----	2
2. ABSTRACT-----	4
3. INTRODUÇÃO-----	6
4. REVISÃO DA LITERATURA-----	8
5. MATERIAL E MÉTODO-----	18
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	23
6.1. Contagem do número absoluto de discos olfativos (D. O.)-----	23
6. 2.Mensurações do segmento antenal referentes aos caracteres A, B, C, D, E.-----	27
6.3. Cálculos das áreas do segmento antenal (A^T , a_E , a) -----	39
6.4. Cálculos dos índices D. O./ A^T (número de discos olfativos em relação a área total do segmento) e D. O./ a_E (número de discos olfativos em relação a área do segmento que os contém)-----	51
7. CONSIDERAÇÕES GERAIS-----	67
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	70

1. RESUMO

Morfometria da antena, número e distribuição de estruturas sensoriais olfativas em abelhas Euglossina e Meliponina (Hym: Apidae).

No flagelo antenal se encontra a maior parte de receptores sensoriais externos conhecidos: *sensilla placodea* (discos olfativos, D.O.), *basiconica*, *trichodea* (cerdas), *coeloconica*, *ampullacea* e *campaniformia*. Nas abelhas Apidae, têm sido estudadas sob os mais diversos aspectos, a morfologia externa, sendo que um dos caracteres que tem chamado a atenção pela sua importância é a antena das abelhas. O estudo das antenas e de suas estruturas sensoriais olfativas tem sido realizado com mais intensidade em abelhas altamente sociais, como nos Apina e Meliponina.

O objetivo do trabalho foi analisar comparativamente, em nível de microscopia óptica, o tamanho e forma da antena, o número e a distribuição das estruturas olfativas antenais ou *sensilla placodea* em abelhas Euglossina e Meliponina com diferentes padrões sociais.

Foram usadas antenas de 10 machos e 10 fêmeas de *Melipona favosa orbignyi* e de *Scaptotrigona depilis*; 10 machos de *Eufriesea violaceae* e de *Exaerete smaragdina* e, 2 machos de *Exaerete dentata*, totalizando 62 abelhas analisadas para cada espécie estudada. Para cada segmento foi contado o número absoluto de discos olfativos, foram medidos diversos caracteres morfométricos e obtidos os valores A^T (área total do segmento), a_E (área com D.O.), a (área sem D.O.), e ainda, calculados os índices $D.O./A^T$ e $D.O./a_E$.

Verificou-se que as abelhas Euglossina têm mais D.O., em números absolutos, do que as Meliponina. Dentre os Meliponina, os machos e as operárias de *M. favosa orbignyi* tem maior número absoluto de D.O., e, na comparação entre os sexos, os machos possuem mais D.O. do que as fêmeas.

Referente aos caracteres A (largura total do segmento) D e E (relativos ao comprimento do segmento), os maiores valores são apresentados pelos machos Euglossina, quando comparados com operárias e machos de Meliponina. Quanto às áreas do segmento antenal, os machos Euglossina apresentam a área total A^T muito maior do que em Meliponina. Dentre todas as espécies analisadas, os Euglossina mostram a área com estruturas olfativas (a_E) e a área sem esses D.O.(a) com tamanhos semelhantes; enquanto que nos Meliponina, $a_E > a$.

Dentre os Meliponina, *S. depilis* têm mais discos ($D.O./A^T$), com maior concentração no segmento ($D.O./a_E$) – sendo que nos machos, esses valores são maiores do que nas fêmeas. As operárias *M. favosa orbigny* mostram esses índices bem maiores do que nos machos, indicando maior quantidade de D.O., com maior concentração no segmento. Dentre todos os Euglossina, os machos de *Eufriesea violaceae* têm mais D.O. do que *E. dentata* e *E. smaragdina* (ambos com valores inferiores aos dos Meliponina).

Portanto *S. depilis*, independente de seu tamanho menor, têm o maior número de discos olfativos; e dentre os Euglossina, *Eufriesea violaceae* têm maior número de D.O. do que as *Exaerete* (que são consideradas abelhas de grande porte, e maiores que *Eufriesea violaceae*).

Palavras – chave: *Sensilla placodea*, discos olfativos, flagelo antenal.

2. ABSTRACT

Morphometry of the antenna, number and distribution of structures in sensory olfactive bees Euglossina and Meliponina (Hym: Apidae).

Most part of the external sensory receptacles known are located in the antennal flagellate: *sensilla placodea* (olfactory discs, D.O.), *basiconica*, *trichodea* (cerdas), *coeloconica*, *ampullaceae* and *campaniformia*. The Apidae bees have been studied on diverse aspects, the external morphology, among which has call the attention for its importance is the bee antennae. The study of the antennae and their sensory olfactive structures has been done more frequently in highly social bees, such as Apina and Meliponina.

The purpose of the paper was to analyze comparatively, at microscopic level, the size and the form of the antenna, the number and the distribution of the olfactory antennal structures or *sensilla placodea* in Euglossina and Meliponina bees with different social standards.

It was antennae from 10 males of *Melipona favosa orbigny* and of *Scaptotrigona depilis*, 10 males of *Eufriesea violaceae* and of *Exaerete smaragdina* and 2 males of *Exaerete dentata*, totaling 62 bees analyzed for each species studied. For segment was counted the absolute number of the olfactory discs, it was measured diverse morphometric characters and obtained the following values A^T (total area of the segment) a_E (area with D.O.), a (area with D.O.) and it was calculated the indices $D.O./A^T$ and $D.O/a_E$.

It was the Euglossina bees have more D.O., related to absolute numbers than the Meliponina. Among the Meliponina, the males and the workers the *M. favosa orbigny*

have more absolute number of D.O., and comparing sex, the males have more D.O. than the females.

As for the characters A (width of the segment) D and E (length of the segment), the Euglossina male show more value when compared to the workers and males of the Meliponina. As for the area of the antennal segment, Euglossina males present a total area A^T much bigger than Meliponina. Among all the species analyzed, Euglossina show an area with olfactive structure (a_E) and an area without these D.O. (a) with similar sizes; while Meliponina, $a_E > a$.

Among the Meliponina, *S. depilis* have more discs ($D.O./A^T$) with more concentration on the segment ($D.O./a_E$) – among the males, these values are bigger than the females. The worker, *M. favosa orbigny*, show these indices much bigger than the males, indicating more quantity of D.O. with more concentration in the segment. Among all Euglossina, the males of *Eufriesea violaceae* have more D.O. than *E. dentata* and *E. smaragdina* (both with lower values than the Meliponina). Hence *S. depilis*, despite its smaller size, have the bigger number of D.O. than the Euglossina, *Eufriesea violaceae* have bigger number D.O. than the *Exaerete* (which are considered big bees and bigger than *Eufriesea violaceae*).

Key words: *Sensilla placodea*, olfactory discs, antennal flagellate.

3. INTRODUÇÃO

Existe uma relação mutuamente benéfica entre muitas plantas e seus visitantes florais, em particular as abelhas. Em tal interação, as plantas representam o local de alimentação para a obtenção do néctar (fonte energética para a abelha e fator de atração para o vegetal) e do pólen (fonte protéica para o inseto e possibilidade de polinização para o vegetal); enquanto que as abelhas representam o agente polinizador. Nesta relação inseto/planta, o sentido olfativo é muito importante, uma vez que permite ao inseto a localização e até mesmo a escolha e seleção de determinados vegetais.

Um dos caracteres que tem chamado à atenção devido a sua importância é a antena das abelhas, uma vez que esses insetos contribuem para a polinização de muitas plantas - tarefa na qual, as estruturas olfativas antenais desempenham papel fundamental, contribuindo para a manutenção e conservação da biodiversidade (tanto das plantas como dos insetos relacionados).

As abelhas apresentam uma quantidade muito grande de estruturas sensoriais responsáveis pelos diversos sentidos, sendo a maior parte delas localizada no flagelo antenal e, muito importantes para a percepção do meio ambiente em que vivem. A antena é constituída por três estruturas distintas: escapo (na base da antena), pedicelo e flagelo, sendo que nas abelhas este último subdivide-se em dez segmentos nas fêmeas e onze nos machos (Stort, 1979).

Cada um dos segmentos flagelares contém muitos receptores sensoriais externos chamados *sensilla*, distribuídos em sua superfície - sendo que, grande quantidade dessas responde principalmente ao sentido olfativo, correspondendo às *sensilla placodea* (também chamadas de discos olfativos), detectando o odor de substâncias voláteis que emanam dos vegetais.

Assim, o estudo da antena e de suas estruturas sensoriais olfativas em abelhas, procura fornecer informações relevantes, buscando contribuir no sentido de

se ampliar o conhecimento acerca da morfologia, densidade e distribuição dessas sensilla (em diversas espécies de abelhas, com diferentes tipos de organização social e atividades desempenhadas, nas quais o sentido olfativo representa um fator primordial).

Como pouco se conhece a respeito das variações relacionadas à antena e suas *sensilla*, o presente trabalho teve como objetivos:

- Analisar comparativamente, em nível de microscopia óptica, tamanho/morfometria da antena, o número e a distribuição das estruturas olfativas antenais (ou *sensilla placodea*) em abelhas Euglossina; *Eufriesea violaceae* (Blanchard, 1840), *Exaerete smaragdina* (Guérin, 1845) e *Exaerete dentata* (Linnaeus, 1758) e Meliponina; *Melipona favosa orbignyi* (Guérin, 1844) e *Scaptotrigona depilis* (Moure, 1942), de diferentes padrões sociais (Hym.: Apidae).

4. REVISÃO DA LITERATURA

As abelhas apresentam grande diversificação morfológica, por exemplo, no tamanho total dos segmentos antenais, assim como na quantidade, distribuição e tipos de *sensilla* presentes na antena; havendo ainda, uma grande variabilidade quanto aos tipos de associações ou níveis de organização social (Michener, 1969;). Com exceção das espécies ditas como altamente e hiper sociais, quase todas as outras mudam suas características de vida, principalmente de solitário para algum padrão social (Silva de Moraes & Cruz - Landim, 1976).

Quanto aos padrões sociais encontrados nas abelhas, Michener (1969) apresentou a seguinte classificação: tipos solitário, comunal, quase-social, semi-social (sendo proposto o termo parasocial para designar os três últimos tipos, ou seja, comunal, quase social e semi-social, por serem semelhantes pelo menos superficialmente), sub-social e eusocial (com os sub-tipos primitivamente social e altamente social). Essas são fundamentalmente as categorias existentes, devendo ser lembrado que outros autores como Zucchi (1973), consideram ainda outras divisões, como por exemplo, meso-social no grupo das eusociais.

Segundo Michener (1974) a superfamília Apoidea apresenta as seguintes famílias, sendo indicados os respectivos padrões de socialidade encontrados: Colletidae (solitário), Halictidae (solitário, parasocial, eusocial primitivo), Andrenidae (solitário, comunal), Oxaeidae, Mellitidae e Fidellidae (solitários), Megachilidae (solitário, comunal, quasisocial), Anthophoridae (solitário, comunal, quasisocial, subsocial,

eusocial) e Apidae (solitário, parasocial, eusocial). As quatro primeiras famílias são consideradas de modo geral, como as mais primitivas, cujas abelhas apresentam língua curta; nas demais famílias, as abelhas têm língua comprida.

A família Apidae, por sua vez, acha-se constituída pelas subfamílias Euglossinae (com os gêneros *Euglossa*, *Eulaema*, e *Eufriesea* e os parasitas *Exaerete* e *Aglae*), Bombinae (com os gêneros *Bombus* e o parasita *Psithyrus*), Meliponinae (com os gêneros *Melipona*, *Trigona*, *Geotrigona*, *Hypotrigona*, *Scaptotrigona*, *Nannotrigona*, *Cephalotrigona*, *Oxytrigona*, *Lestrimellita*, *Partamona*, e outros) e Apinae (que abrange o gênero *Apis*, (Moure *et al.*, 1958). Nesta família, são encontrados os tipos parasocial (*Eulaema*, *Euglossa* e *Eufriesea*), meso-social (*Bombus*) e altamente social (*Apis*, *Trigona* e *Melipona*), (Michener 1974). Porém, Michener (2000) classifica as abelhas da família Apidae em quatro subtribos de Apini, à saber: Apina, Meliponina, Bombina e Euglossina (sendo que, outros autores como Silveira *et al.*, 2002, concordam com a classificação de Michener, 2000). Tais insetos são muito importantes por contribuírem para a polinização de muitos vegetais, tarefa na qual as estruturas olfativas antenais desempenham papel fundamental, possibilitando a percepção e a localização das fontes de alimento, para a coleta de pólen e néctar. Segundo Chapman (1982), o sentido olfativo é de grande importância e dominante nas interações inseto-planta, conforme Pizzamiglio, (1991) *in* Panizzi & Parra, (1991), os sistemas sensoriais químicos (olfato) predominam na localização da planta pelo inseto; sendo que as abelhas podem detectar o odor do néctar e discriminá-lo (Cameron, 1981; Marden, 1984; Bell *et al.*, 1984).

As abelhas Apidae têm sido estudadas sob os mais diversos aspectos, como por exemplo, a morfologia externa, sendo que um dos caracteres que tem chamado a atenção pela sua importância é a sua antena (várias espécies dessa família mostram variações relacionadas às *sensilla* antenais). Schenk (1903) dividiu os órgãos sensoriais (ou *sensilla*) do flagelo antenal em seis grupos: *placodea*, *basiconica*, *coeloconica*, *ampullaceae* e *trichodea*, os quatro primeiros grupos podem ser identificados com facilidade ao microscópio óptico, mas as *sensilla* trichodea têm formas diversas e é evidente a existência de mais de um tipo. As *sensilla placodea* (também chamada discos olfativos) são estruturas ovais, transparentes e com a superfície externa lisa ou, podendo também ser perfurada (Silva de Moraes & Cruz-Landim, 1976), desenvolvendo-se quase ao nível da superfície da cutícula antenal. Segundo Slifer (1970), as *sensilla*

placodea podem também se apresentar um pouco elevadas em relação à superfície antenal ou se originar acima dela, formando uma pequena cúpula.

O estudo das antenas e de suas estruturas sensoriais olfativas tem sido realizado com mais intensidade em abelhas altamente sociais como nos Apinae, principalmente em abelhas do gênero *Apis*, conforme os dados de Stort & Malaspina, 1980, Stort & Chaud-Netto, 1980, Yokohari, 1983; Yokohari *et al.*, 1982; e Meliponina (em *Scaptotrigona*, Stort & Barelli, 1981 a); e, em menor escala nos Bombina primitivamente sociais (*Bombus atratus*, Moraes, 1988) e Euglossina parasociais (Moraes, 1985) - os padrões de socialidade citados seguem a classificação de Michener (1969). Alguns trabalhos referem-se simplesmente à análise do tamanho das antenas (Sakagami, 1967; Pisani *et al.*, 1969; Gonçalves 1970; Cunha, 1973); outros, à morfologia e classificação das *sensilla* contidas nos segmentos antenais de *Apis mellifera*, como também seu número/densidade e distribuição (Kuwabara & Takeda, 1956; Slifer & Sekhon, 1961; Dietz & Humphreys, 1971; Silva de Moraes & Cruz-Landim, 1972; Esslen & Kaissling, 1976; Stort & Chaud-Netto, 1980; Stort & Malaspina, 1980; Stort & Barelli 1981 a; Moraes, 1985 e 1988); e, outros à genética do número de discos olfativos e de pêlos sensoriais antenais em *A. mellifera* (Stort, 1979 a; Stort & Barelli, 1981 b). Moraes (1985) estudou as antenas e suas estruturas sensoriais em relação às abelhas Euglossinae das espécies *Euglossa cordata* e *Eulaema nigrita*. As antenas de *Bombus atratus*, *Apis mellifera*, *Apis dorsata*, *Apis florea*, *Melipona quadrifasciata* e *Scaptotrigona postica* também foram estudadas por Moraes (1988).

Em relação à densidade/número das estruturas sensoriais antenais, existem diversos dados relativos às *sensilla placodea* ou discos olfativos de *Apis mellifera*. Assim Vogel (1921) encontrou 6.000 em cada antena dessas operárias e, este valor tem sido citado por vários autores. Ainda em *Apis mellifera*, as rainhas apresentam em ambas as antenas 2.000 a 3.000 discos olfativos, enquanto que os machos apresentam 30.000 em ambas as antenas (segundo Snodgrass, 1935). Entretanto, o mesmo autor considera posteriormente, que o número de discos olfativos por antena é de 30.000 para os machos, 3.600-6.000 para as operárias e 3.000 para as rainhas (Snodgrass, 1956). Kuwabara & Takeda (1956) registraram 3.000 para cada antena de operária e, Dostal (1958) encontrou 2.888. Os dados de Dostal (1958) são semelhantes aos de Stort (1979 a), que observou 2.600 discos em antenas de operárias africanizadas e 2.800 em operárias italianas (para cada antena). De acordo com Esslen & Kaissling (1976), existe

um dimorfismo notável entre a operária e o zangão de *Apis mellifera* quanto ao número relativo de cada tipo de *sensillum* e ao número total de estruturas sensoriais. Na operária o lado posterior da antena é densamente preenchido somente por cerdas não inervadas, enquanto que no zangão, na mesma região, há *sensilla placodea* em menor quantidade. Por outro lado, a superfície do flagelo do macho é duas vezes maior do que da operária, tendo cinco vezes mais estruturas sensoriais. Segundo Stort & Malaspina (1980), cujos dados coincidem com os de Snodgrass (1956), nos machos o número de *sensilla placodea* é extraordinariamente maior, quando comparado com o das operárias de *Apis mellifera*. Eles apresentam mais de 25 mil *sensilla* em cada antena, pois são indivíduos altamente especializados para cumprir a função de encontrar a rainha através do sentido do olfato, durante o vôo nupcial. Stort & Chaud - Netto (1980) estudaram o número de discos olfativos (referentes ao segmento antenal número 4) em zangões africanizados haplóides e diplóides, concluindo que os últimos apresentam menor número de *sensilla placodea*. Stort & Malaspina (1980) analisando comparativamente o número de discos olfativos do segmento antenal número 4 em zangões italianos e em africanizados mostraram que, provavelmente não existem diferenças entre eles na sensibilidade em perceber o odor do feromônio liberado pela rainha (ácido 9 oxo-trans-2-decenóico) durante o vôo nupcial. Segundo esses autores não deve ser, portanto, o caráter número de discos olfativos (pelo menos quando considerado isoladamente) o responsável pela grande expansão da abelha africanizada. Ainda, Stort & Barelli (1981 b) estudaram o número de discos olfativos do segmento antenal número 4 em operárias *Apis mellifera* africanizadas e italianas, e nos descendentes de seus cruzamentos, mostrando que há dominância ou segregação mendeliana típica em relação aos F₁ e retrocruzamentos. Os dados desses autores sugerem a existência de herança poligênica aditiva no controle do caráter. Também quanto ao tamanho dos segmentos antenais, existem apenas algumas informações referentes ao que está ocorrendo com as abelhas híbridas do gênero *Apis* do Brasil, depois da introdução da abelha africana *Apis mellifera scutellata* (Stort, 1979 a, citada como *adansonii* por Stort, 1971; Moraes, 1988). Chaud-Netto (2000), estudando diversas mal-formações em antenas extraídas de zangões de *Apis mellifera* de ocelos claros, verificou que em comparação com as antenas normais de seus irmãos, alguns zangões apresentaram anormalidades morfológicas em um dos segmentos da antena direita ou esquerda, mas outros possuíam dois ou mais segmentos alterados na mesma antena; neste estudo, zangões com malformações em ambas as antenas também foram observados. Em um menor número de casos, a frequência de discos olfativos nos

segmentos malformados não diferiu significativamente em relação à observada nos segmentos normais, contudo, na maioria dos casos estudados, as malformações antenais ocasionaram uma significativa redução no número de discos olfativos dos segmentos malformados (Chaud-Netto, 2000). Gramacho *et al.* (2003), estudando colônias de abelhas *Apis mellifera*, compararam o número de *sensilla placodea*, envolvidas na percepção do odor, em 10 abelhas de cada uma das seis colônias higiênicas e quatro não-higiênicas de abelhas de mel Africanizadas, verificando que não havia nenhuma diferença significativa nos números médios de *sensilla placodea* entre as abelhas higiênicas e não-higiênicas, embora a variação fosse mais elevada no grupo higiênico; e, que também não havia nenhuma diferença significativa entre outros flagelomeros, não sendo encontrado números maiores desta estrutura sensorial nas antenas de abelhas higiênicas, comparadas às abelhas de mel africanizadas não-higiênicas.

Dados obtidos por Stort & Barelli (1981 a) em operárias de *Scaptotrigona postica* indicaram maior quantidade de *sensilla placodea* (em média, 1036 por antena) do que a encontrada por Silva de Moraes & Cruz-Landim (1972) (em média, 704 por antena). O número encontrado por Stort & Barelli (1981 a) em *Scaptotrigona postica* é cerca de 3 vezes menor do que o número encontrado em *Apis mellifera*, diferença que não condiz com os sistemas de comunicação dessas 2 espécies. Ainda, Silva de Moraes & Cruz-Landim (1972) realizaram contagens em preparações totais de flagelos de antenas de operárias e obtiveram, em média, menos do que 1.000 discos olfativos por antena para *Apis mellifera* e cerca de 800 discos, em média, para cada antena de *Melipona quadrifasciata*.

Em relação à fisiologia das *sensilla placodea*, Frisch (1919, 1921) realizou os testes de amputação dos segmentos antenais e mostrou que, mesmo tendo $\frac{3}{4}$ ou menos de apenas um desses segmentos (o número 3), a operária de *Apis* ainda mostrava alguma sensibilidade para detectar um odor específico (associado ao alimento que estava coletando) para o qual ela tinha sido treinada. Esses experimentos foram confirmados posteriormente por Frings (1944) e Ribbands (1955). Como nos oito segmentos distais da antena existe grande quantidade de *sensilla placodea* (Richards, 1952), concluiu-se que essas estruturas estariam envolvidas com a olfação, confirmando-se assim a sugestão de Mc Indoo (1922), de que órgãos olfatórios se localizavam nas antenas. Porém, segundo Slifer & Sekhon (1960), as *sensilla placodea* de *Apis mellifera* poderiam ter receptores auditivos ou para a percepção de outros estímulos vibratórios. Wenner (1959) *apud* Slifer & Sekhon (1960) encontrou uma correlação entre os sons

produzidos pela operária durante a dança do requebrado e a distância da fonte de alimento. Observações realizadas por Gray & Pumphrey (1958) *apud* Slifer & Sekhon (1961) demonstraram que os dendritos dos neurônios sensoriais do órgão timpânico de *Locusta* terminam em cílios. Como até essa época nenhum neurônio ciliado tinha sido registrado nos insetos e, como Slifer & Sekkon (1960) encontraram pela primeira vez cílios nos neurônios da *sensillum placodeum*, esses autores sugeriram a possibilidade dele ser um receptor para o som (ou para qualquer outra forma de estímulos vibratórios). Em um trabalho seguinte, Slifer & Sekhon (1961) não confirmaram a sugestão feita anteriormente. Já Lacher & Schneider (1963) *apud* Borden *et al.*, (1978), reafirmaram a função olfatória para as *sensilla placodea* de *Apis mellifera* L.. Também estudos fisiológicos de Lacher (1964) indicaram o mesmo, enquanto que Slifer (1967) *apud* Slifer (1969) mostrou que os quimiorreceptores antenais de parede fina têm muitos poros na cutícula (onde terminam os filamentos dos dendritos olfatórios), tendo sido encontrados em todas as espécies da ordem Hymenoptera estudadas. Trabalhos de eletrofisiologia demonstraram que, realmente, essas estruturas (*sensilla placodea*) estão ligadas ao sentido olfativo das abelhas (*Apis mellifera*) e que respondem ao odor dos feromônios, como ao ácido 9-oxo-trans-2-decenóico e ao odor das secreções produzidas pela glândula da Nassanov (Kaissling & Renner, 1968). Schneider & Steinbrecht (1968), usando microeletrodos (para os registros eletrofisiológicos) estudaram as *sensilla* olfativas (*placodea*) e mostraram que suas cutículas são perfuradas por estruturas tubulares (que conectam a abertura externa com o espaço vacuolar - onde se encontra o dendrito da célula receptora), verificando respostas para odores gerais. Segundo Slifer (1970), os quimiorreceptores apresentam na superfície de sua cutícula muitos poros de pequeno diâmetro, que permanecem continuamente abertos. Silva de Moraes & Cruz – Landim (1976) encontraram numerosos poros na cutícula da *sensillum placodeum* de *Melipona quadrifasciata anthidiodes* Lep., havendo embaixo de cada disco uma cavidade cheia de fluido. Standifer *et al.* (1978) concordam com esses dados. Estudos realizados em machos e fêmeas (operárias e rainhas) de *Bombus hypnorum* L. indicaram que as células nervosas das *sensilla placodea* são especialmente adaptadas para detectar odores de feromônios e, os estudos mostraram que também não existem diferenças entre machos, operárias e rainhas no que se refere à densidade média das *sensilla placodea* por artículo antenal (Fonta & Masson, 1982).

Assim, estudos morfológicos das antenas e de suas *sensilla* olfativas são fundamentais para auxiliar na compreensão da relação existente entre o número e a

distribuição dessas estruturas sensoriais antenais e o comportamento das abelhas no meio ambiente, de acordo com os diferentes graus de socialidade apresentados, ou seja, na busca, escolha e seleção da fonte de alimento-atividades que podem contribuir com a polinização da planta visitada.

Os Meliponina, abelhas nativas do Brasil, apresentam um grande número de espécies e aparecem em grande quantidade, principalmente na floresta Amazônica. Embora, de maneira geral, essas abelhas produzam pequena quantidade de mel quando comparadas com a produção de *Apis mellifera*, algumas espécies como a *Melipona scutellaris* e a *Melipona seminigra merrillae*, são utilizadas na exploração comercial desse alimento no nordeste e no norte do país. Nos meliponíneos, porém, existem também espécies nocivas como a *Trigona spinipes* que destrói as flores para coletar o néctar e as abelhas do gênero *Lestrimellita* que são parasitas e roubam os alimentos de outras colméias de abelhas. Embora não possam utilizar ferrão como meio de defesa, por serem atrofiados, os meliponíneos adotaram outros sistemas mais aperfeiçoados, como ocorre com a *Tetragonisca angustula* que gruda bolinhas de cera nas asas dos inimigos, colocando-os fora de combate por impedir que eles voem.

Outra espécie, a *Oxytrigona tataira* (caga-fogo) secreta um líquido produzido nas glândulas mandibulares que causa queimadura nos animais. (Nogueira Neto, 1969).

O tamanho dos melipoíneos é bastante variável, indo desde a minúscula *Hypotrigona* até a grande e peluda *Melipona flavipennis* (que parece uma mamangava). Também há uma variabilidade grande quanto ao grau de evolução social, sendo *Scaptotrigona postica*, por exemplo, considerada altamente evoluída e *Frisella schrottkyi* bastante inferior. Diversos pesquisadores principalmente brasileiros têm estudado essas interessantes abelhas sob os mais diversos aspectos (Silveira *et al.*, 2002). Pisani *et al.* (1969) utilizando a análise conjunta de 152 caracteres, construíram uma árvore contendo as prováveis relações filogenéticas de 11 espécies de abelhas do gênero *Melipona*. Também ao estudar 12 variáveis em 21 espécies de meliponíneos, Pisani *et al.* (1976) através do cálculo das distâncias generalizadas de Mahalanobis, concluíram que entre as espécies estudadas, *Melipona rufiventris*, *Melipona seminigra* e *Melipona scutellaris* são próximas e formam um aglomerado. Verificaram também que os trigonídeos mais próximos das *Melipona* são as *Meliponula bocadei* e o grupo das *Partamona*. Foi mostrado ainda que as *Melipona* mais próximas das *Trigona* sejam as *Melipona marginata*, *Melipona favosa*, *Melipona schwarzi* e *Melipona mandaçaia*.

Cunha (1969) estudou 76 caracteres morfológicos em 55 espécies de abelhas e estabeleceu novas idéias sobre a classificação dos meliponíneos.

Os Euglossina, conhecidos como “abelhas das orquídeas” são elementos da fauna subtropical, apresentando maior densidade nas zonas quentes e úmidas equatoriais. Ambos os sexos são eficientes polinizadores de muitas fanerógamas, sendo que os machos coletam líquidos das flores de orquídeas e de outras fontes florais e não florais (provavelmente, utilizam esses compostos na síntese de feromônios sexuais). Quanto aos Euglossina não-parasitas, eles abrangem abelhas dos gêneros *Euglossa*, *Eulaema* e *Eufriesea*, sendo consideradas abelhas parassociais (Michener 2000), estando bem próximas das abelhas sociais em relação à diversas características como por exemplo, o sistema de glândulas salivares (Cruz-Landim, 1963). Em representantes desse grupo, como *Eulaema nigrita* e *Euglossa cordata* que são menos especializadas do que *Apis mellifera*, por exemplo, não existem castas (as fêmeas são estruturalmente semelhantes) e nem divisão de trabalho entre os indivíduos e, os machos podem, inclusive sobreviver sozinhos e coletar néctar para si (Zucchi, 1969 a, b). Nessas espécies, apesar de terem sido realizados trabalhos envolvendo os mais diversos aspectos, pouco se sabe sobre a estrutura das antenas; e, embora pertencendo ao mesmo grupo *Eulaema nigrita* e *Euglossa cordata* são duas espécies que apresentam diferenças visíveis e inconfundíveis em relação ao fenótipo externo. Assim, *Eulaema* são abelhas pretas de tamanho grande que se apresentam muito ricas em cerdas principalmente longas. Por outro lado, *Euglossa* são abelhas verdes que apresentam menor quantidade de cerdas, têm brilho metálico e tamanho que pode ser considerado médio. Alguns caracteres que as aproximam são os prolongamentos extraordinários da glossa e as tíbias do par posterior das pernas dos machos que são muito desenvolvidas, principalmente muito alargadas em relação às fêmeas (Cruz-Landim, 1965; Zucchi *et al.*, 1969 a, b). Além de mais larga, a tíbia apresenta na parte superior da face externa uma depressão em forma de fenda que abriga duas fileiras cerradas de cerdas que se voltam uma para a outra (Cruz-Landim, 1965). As antenas dessas duas espécies de euglossines são diferentes quanto ao tamanho, o que pode ser verificado a olho nú. Entretanto, outros detalhes da estrutura antenal não são bem conhecidos. Assim, nessas abelhas euglossines, as antenas têm sido consideradas na maior parte dos trabalhos, apenas quanto ao seu tamanho, principalmente, na descrição de novas espécies e na organização das chaves para identificação dos indivíduos. Ao lado de outros caracteres, têm sido utilizados os tamanhos do escapo e do pedicelo e o comprimento dos quatro

primeiros segmentos do flagelo. Moure (1950) estabeleceu uma chave para o conhecimento dos Euglossinae, fornecendo possibilidade para se chegar aos gêneros *Euglossa*, *Eulaema*, *Eufriesea*, e aos gêneros *Exaerete* e *Aglae* (parasitas). Moure (1965) descreveu diversas novas espécies de abelhas euglossines, entre elas *Euplusia venusta*, que apresentava uma zona lisa na parte lateral do soquete antenal e *Euplusia similhima*, cuja face do macho é verde, mas as antenas são pretas, apresentando também área brilhante sem pontuações acima da base das antenas. Sakagami *et al.* (1967) descrevem uma nova espécie de *Euglossa melanotricha*, tendo sido realizadas observações minuciosas na morfologia externa de machos e de fêmeas. Os autores mencionaram também a distribuição geográfica dessa nova espécie que foi descoberta nos cerrados de Goiás. Nas chaves de identificação para *Euglossa* como *Euglossa (Euglossella) cyanura*, *Euglossa (Euglossella) bursigera* e *Euglossa (Euglossella) tridentata*, Moure (1970) considerou também a presença de faixas brancas de largura variável no escapo da antena. Kimsey (1977) descreveu onze espécies novas de *Euplusia* e uma de *Eufriesea*, neste caso entre os diversos caracteres estudados foram considerados também os soquetes antenais, que geralmente aparecem sem pontuações como ocorre em *Euplusia bohaviti* e em *Euplusia tectona*. Outros autores também têm se preocupado com o conhecimento das espécies de Euglossina. Dressler (1978, 1982 a, b, c) com base em diversos caracteres, incluindo o tamanho e a coloração das antenas, descreveu 36 espécies novas e duas novas subespécies de *Euglossa*.

Então, o estudo das antenas têm sido realizado principalmente nas abelhas consideradas altamente sociais como nos Apinae e Meliponinae e, em menor escala nos Bombinae (primitivamente sociais) e Euglossinae (parasociais) - Gonçalves (1970), Cunha (1973), Pisani *et al.*, (1969), Sakagami *et al.*, (1967), Stort (1999), Moraes (1985,1988), Stort & Moraes (1999). Estudos de antenas de abelhas solitárias foram realizadas naquelas dos gêneros *Andrena* (Ågren, 1978) e *Colletes* (Ågren, 1977) e em *Xylocopa* (Santos *et al.*, à publicar).

Por fim, considerando-se que diversas espécies da família Apidae mostram variações relacionadas à antena e as sensilla antenais, em densidade, distribuição e área das *sensilla placodea* ou discos olfativos e, tamanho e forma dos segmentos do flagelo antenal (Moraes, 1985 e 1988), a realização do presente trabalho teve em vista a obtenção de dados que poderão posteriormente ser correlacionados aos diferentes tipos de organização social e às atividades desempenhadas pelas abelhas, onde o sentido olfativo representa um fator primordial, imprescindível para a detecção e percepção das

fontes de alimento, o que por sua vez, influencia positivamente na produção de mel, néctar e pólen, bem como na melhoria das qualidades e quantidade da produção vegetal, em decorrência de polinização efetuada pelas abelhas.

Dessa forma, deve-se levar em conta o importante papel sensorial dessas estruturas antenais olfativas, na execução de diversas atividades por parte dos insetos, como a polinização de muitos vegetais - tarefa esta, fundamental para a manutenção e conservação da biodiversidade, tanto das plantas como também de seus insetos/abelhas relacionados.

5. MATERIAL E MÉTODO

Abelhas pertencentes à diversas espécies da família Apidae, com diferentes padrões ou níveis de organização social, foram analisadas neste trabalho, à saber:

- 10 machos de *Eufriesea violaceae* (Euglossina, parasociais) - Dourados-MS.
- 02 machos de *Exaerete dentata* (Euglossina, parasitas) - Dourados-MS.
- 10 machos de *Exaerete smaragdina* (Euglossina, parasitas) - Dourados-MS.
- 10 machos de *Melipona favosa orbigny* (Meliponina, altamente sociais) – Corumbá-MS.
- 10 operárias de *Melipona favosa orbigny* (Meliponina, altamente sociais) - Corumbá-MS.
- 10 machos de *Scaptotrigona depilis* (Meliponina, altamente sociais) - Dourados-MS.
- 10 operárias de *Scaptotrigona depilis* (Meliponina, altamente sociais) - Dourados-MS.

As abelhas machos Euglossina foram coletadas e cedidas pelo Prof. Dr. José Benedito Perrella Balestieri (UFGD) com auxílio de armadilhas contendo iscas odoríferas, na região da borda de mata da Fazenda Paradoiro, situada no município de Dourados/MS a cerca de 22 km à leste da área urbana. Quanto aos Meliponina, as fêmeas (operárias) foram coletadas com o auxílio de rês entomológicas (no caso de *M. favosa orbigny*, coletados na Base de Estudos do Pantanal/ Passo do Lontra). Os

machos de *M. favosa orbigny*, bem como os machos e as operárias de *S. depilis* foram também coletadas e cedidas pelo Prof. Dr. José Benedito Perrella Balestieri (UFGD).

As abelhas coletadas foram anestesiadas e colocadas em câmaras mortíferas contendo acetato de etila (no caso da utilização de rês entomológicas), fixadas com Dietrich por 24 horas e finalmente mantidas em álcool 70%. A seguir, as antenas foram removidas da cabeça de cada uma dessas 62 abelhas, para análise do tamanho e forma antenais, como também do número e da distribuição das estruturas olfativas nos segmentos do flagelo antenal, em nível de microscopia óptica comum.

Para se estudar a distribuição das *sensilla* antenais (*placodea* ou discos olfativos) como também para a contagem dessas estruturas olfativas, foi utilizada a técnica proposta por Stort (1979) com modificações de Moraes *et al.* (à ser publicado), que consiste em separar cada segmento do flagelo antenal dos demais, e, rompê-lo em um dos lados com auxílio de dois alfinetes entomológicos; distendê-lo e montá-lo em lâmina histológica contendo resina, sob pressão de lamínula. Após essa primeira operação, todo o resto do tecido (não quitinoso) que ficou na parte interna do segmento e obstruindo os discos olfativos, misturou-se com a resina. Em seguida, retirou-se a lamínula e tratou-se o material com xilol, para remover a resina mais as impurezas (pedaços de tecido), deixando o segmento completamente limpo. Então o segmento foi nova e definitivamente montado em lâmina histológica com resina, sob pressão de lamínula. Assim, cada segmento antenal pôde ser observado em microscópio óptico e, com auxílio de um microprojektor de lâminas, cada segmento foi projetado em tela de papel, o que permitiu a contagem das estruturas ou discos olfativos com relativa facilidade (nessas projeções, tais estruturas aparecem em forma de estruturas esféricas grandes), Figura 1(a, b).

O número de discos olfativos (D.O.) foi contado em cada um dos segmentos do flagelo antenal, que possuíam essas estruturas olfativas, de números 2 à 10 e de números 2 a 11 para as fêmeas e machos, respectivamente, de Meliponina, e, 3 à 11 para os machos de Euglossina, para a posterior obtenção dos valores médios referentes a um segmento por abelha analisada (\bar{x} segmento) e pelo conjunto de abelhas (\bar{x} conjunto).

Note-se ainda que, foram confeccionadas conforme a metodologia descrita, 578 lâminas permanentes/ definitivas, contendo cada uma um segmento antenal, no qual foram realizadas as mensurações de 5 caracteres por segmento, perfazendo um total de

2.890 mensurações obtidas, relativas às dimensões comprimento e largura do segmento. Esses valores foram necessários para o cálculo da área total, por segmento, e também para o cálculo da área com discos olfativos e da área sem esses discos olfativos.). Logo em seguida, foram contados todos os discos olfativos de cada um dos 578 segmentos antenais montados em lâminas individuais (correspondentes ao conjunto das 62 abelhas analisadas).

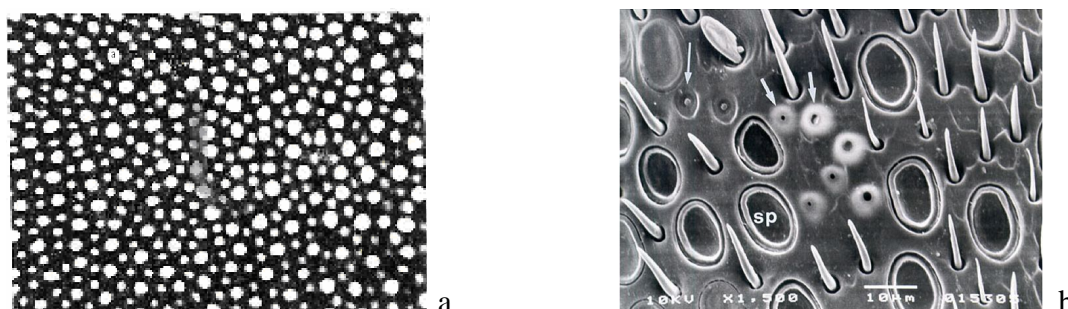


Figura 1. a= Segmento número 8 do flagelo antenal da fêmea de *Eulaema nigrita*. As estruturas esféricas maiores são os pontos de implantação das cerdas sensoriais. Aumento 320 vezes. b= Em detalhe, sp= disco olfativo. Aumento: 800 vezes. (Segundo Moraes, 1985).

As lâminas assim preparadas (contendo cada uma, um segmento do flagelo antenal) permitiram a realização de mensurações do tamanho dos segmentos antenais, com auxílio de microscópio estereoscópio e ocular micrométrica, e com ampliação total de 40 vezes, tendo sido considerados os seguintes caracteres: largura total do segmento antenal (A), largura da região que contém os discos olfativos (B); largura da região sem discos olfativos (C); comprimento total do segmento (D) que inclui uma pequena faixa de quitina lisa na margem superior de cada segmento, exceto para o primeiro segmento na base e o último no ápice do flagelo, nos quais essa faixa se localiza na margem inferior; e comprimento do segmento antenal (E), (Figura 2).

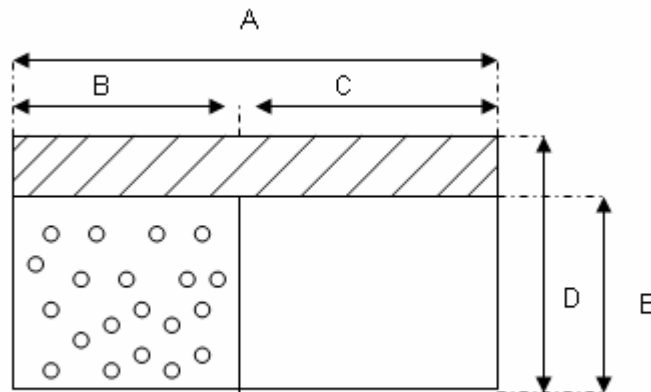


Figura 2. Esquema de um segmento do flagelo antenal mostrando os caracteres analisados A, largura total, B, largura da região que contém os discos olfativos, C, largura da região sem discos olfativos, D, comprimento total que inclui uma faixa de quitina; E, comprimento.

Essas medidas foram tomadas em números absolutos correspondentes às divisões da régua micrométrica utilizada e o processamento dos dados foi realizado usando-se as unidades oculares sem as transformações em milímetros. Portanto, para se obter as medidas transformadas em milímetros, deve-se multiplicá-las pelo valor da aferição microscópica (0,025).

Depois de obtidos os valores daqueles caracteres, foram calculadas as seguintes áreas para cada um dos segmentos antenais: área total do segmento ($A^T = A \times E$), área da região que contém discos olfativos ($a_E = B \times E$) e área da região sem discos olfativos ($a = C \times E$). Em seguida, com base nessas, foram calculados os seguintes índices para cada segmento: DO/A^T , isto é, o número de discos olfativos em relação à área total do segmento antenal (que, quanto maior for o seu valor, maior será a quantidade de discos olfativos existentes por área total do segmento) e, DO/a_E , ou seja, o número de discos olfativos em relação à área que os contém (o cálculo deste índice permite verificar se os discos olfativos se apresentam de forma mais concentrada ou mais dispersa nessa região do segmento antenal em que estão situados, pois quanto maior for o valor desse índice maior será a concentração dos discos no segmento antenal).

Foram calculadas as médias do conjunto de dados referentes ao número total de indivíduos para cada espécie analisada ($\bar{X}_{conjunto}$) e relativos aos caracteres estudados, a saber: número absoluto de discos olfativos (D.O), tamanho dos segmentos antenais (A, B, C, D, E), área dos segmentos antenais (A^T , a_E , a), índices DO/A^T e DO/a_E , que fornecem, respectivamente, o número de D.O (em proporção ao tamanho da antena e consequentemente ao da abelha, uma vez que foram comparadas abelhas de grande

porte e abelhas menores) e a concentração desses discos olfativos no segmento. Para os dois últimos caracteres (DO/A^T e DO/a_E) foi aplicada a prova não-paramétrica U de Mann-Whitney, para avaliar a significância dos valores obtidos nas comparações, entre os machos de Euglossina e Meliponina, e, entre machos e fêmeas (como também entre as fêmeas) de Meliponina. O teste foi aplicado para amostras de população compreendidos entre 9 e 20 indivíduos (no caso de n₂= 10), tendo sido utilizada a tábua K (que fornece os valores críticos de U, prova unilateral) e fixado o nível de significância $\alpha= 0,05$. O cálculo de U foi feito através do emprego da fórmula:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n(n_1+1)}{2} - R_1 ,$$

onde R_1 corresponde à soma dos postos atribuídos ao grupo cujo tamanho da amostra é n_1 (Siegel, 1979).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6. 1. Contagem do número absoluto de Discos Olfativos (D.O.)

As tabelas 1 e 2 apresentam os valores médios e desvios padrões, por segmento, do número de discos olfativos obtidos nas contagens realizadas nos segmentos do flagelo antenal de abelhas da subtribo Euglossina pertencentes às espécies *Eufriesea violaceae* (10 machos), *Exaerete smaragdina* (10 machos), *Exaerete dentata* (02 machos), e subtribo Meliponina pertencentes às espécies *Melipona favosa orbigny* (10 machos e 10 fêmeas) e *Scaptotrigona depilis* (10 machos e 10 fêmeas). Os valores obtidos para cada segmento do flagelo antenal (que contém discos olfativos), e os valores médios representativos de um segmento por abelha (\bar{x} segmento), desses Euglossina e Meliponina analisados, encontram-se nas Tabelas I a VII do Apêndice (que se encontra em mãos do pesquisador).

Os valores observados nas Tabelas 1 e 2 mostram que, de maneira absoluta, sem levar em consideração outros fatores como tamanho total da abelha, os machos de Euglossina apresentam mais discos olfativos (D.O) do que os Meliponina analisados (sabe -se que esses machos Euglossina têm duas vezes o tamanho total dos machos de

Meliponina estudados). Dentre todos os machos, os Euglossina têm mais estruturas olfativas do que os de Meliponina, ou seja, *Eufriesea violaceae* apresentou maior quantidade de discos olfativos ($533,64 \pm 9,25$) do que *Exaerete dentata* ($394,60 \pm 18,30$) que por sua vez, tem mais D.O. do que os de *Exaerete smaragdina* ($380,37 \pm 6,07$), vindo em seguida, *Melipona favosa orbigny* com $279,97 \pm 17,14$ e *Scaptotrigona depilis* com $224,36 \pm 17,16$ (Tabelas 1 e 2).

Na comparação entre os sexos (Tabela 1) os machos de Meliponina apresentaram em média, maior quantidade de discos olfativos do que as operárias. Ainda na Tabela 1, verifica-se que o número de D.O., em média, é maior para as operárias de *M. favosa orbigny* ($192,88 \pm 16,01$) do que para as operárias de *S. depilis* ($181,83 \pm 11,21$).

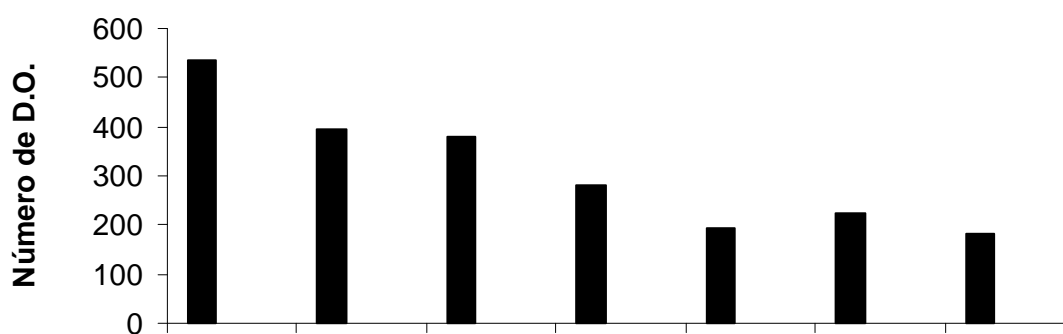
Dessa forma, ao compararmos abelhas de diferentes espécies, como por exemplo, *E. violaceae*, *E. dentata* e *E. smaragdina* (euglossines de grande porte), e os meliponinas das espécies *M. favosa orbigny* e *S. depilis* (sendo essas últimas, de menor porte), verificou-se que os dados relativos ao número de discos olfativos, em valores absolutos mostram em ordem decrescente a seqüência das espécies elencadas a seguir: *E. violaceae*, *E. dentata*, *E. smaragdina*, *M. favosa orbigny* e *S. depilis* (Figura 3).

Tabela 1. Valores médios (\pm desvios padrões) referentes ao número de discos olfativos (D.O.) contados em cada segmento do flagelo antenal, e, representativos de um segmento por abelha (\bar{x} segmento) e do conjunto (\bar{x} conjunto) de abelhas Meliponina analisadas (*Melipona favosa orbigny* e *Scaptotrigona depilis*)

Abelhas	Número de Discos Olfativos /D.O. (\bar{x} segmento)			
	Machos <i>M. favosa orbigny</i>	Operárias <i>M. favosa orbigny</i>	Machos <i>S. depilis</i>	Operárias <i>S. depilis</i>
1	290,50 \pm 73,92	188,33 \pm 58,41	197,60 \pm 43,54	164,88 \pm 43,85
2	295,00 \pm 67,55	184,00 \pm 29,39	232,30 \pm 82,55	183,55 \pm 33,27
3	287,40 \pm 81,54	195,22 \pm 58,71	226,60 \pm 79,00	174,55 \pm 37,67
4	298,00 \pm 88,44	221,22 \pm 46,25	258,10 \pm 79,98	187,22 \pm 42,80
5	280,40 \pm 92,94	186,88 \pm 47,17	218,90 \pm 100,38	199,88 \pm 50,79
6	294,00 \pm 89,62	211,88 \pm 69,69	233,00 \pm 75,92	169,00 \pm 21,97
7	279,40 \pm 73,19	200,77 \pm 50,03	219,20 \pm 72,54	195,55 \pm 51,25
8	273,00 \pm 94,54	180,11 \pm 48,63	225,30 \pm 94,61	180,88 \pm 46,03
9	249,50 \pm 60,14	195,33 \pm 46,63	231,60 \pm 92,41	187,77 \pm 34,37
10	252,50 \pm 70,00	165,11 \pm 38,40	201,00 \pm 79,00	175,11 \pm 37,94
\bar{x} conjunto	279,97 \pm 17,14	192,88 \pm 16,01	224,36 \pm 17,16	181,83 \pm 11,21

Tabela 2. Valores médios (\pm desvios padrões) referentes ao número de discos olfativos (D.O.) contados em cada segmento do flagelo antenal, e, representativos de um segmento por abelha (\bar{x} segmento) e do conjunto (\bar{x} conjunto) dos machos de Euglossina analisados, para cada uma das espécies *Eufriesea violaceae*, *Exaerete smaragdina* e *Exaerete dentata*.

Abelhas	Número de Discos Olfativos /D.O. (\bar{x} segmento)		
	\bar{x} <i>E. violaceae</i>	\bar{x} <i>E. smaragdina</i>	\bar{x} <i>E. dentata</i>
1	524,44 \pm 70,99	389,55 \pm 67,27	407,55 \pm 53,85
2	525,22 \pm 68,63	372,66 \pm 64,22	381,66 \pm 60,90
3	538,77 \pm 73,10	382,55 \pm 64,50	-----
4	530,22 \pm 66,08	387,77 \pm 70,16	-----
5	529,22 \pm 69,44	373,33 \pm 66,64	-----
6	537,11 \pm 72,76	381,11 \pm 70,44	-----
7	550,66 \pm 66,01	375,11 \pm 65,99	-----
8	522,77 \pm 62,39	378,33 \pm 63,30	-----
9	545,33 \pm 71,72	386,33 \pm 68,59	-----
10	532,66 \pm 65,86	377,00 \pm 73,43	-----
\bar{x} conjunto	533,64 \pm 9,25	380,37 \pm 6,07	394,60 \pm 18,30



Abelhas

Figura 3. Valores médios representativos de um segmento antenal, correspondentes, relativos à contagem do número absoluto de discos olfativos (D.O.) em machos e fêmeas de abelhas Euglossina e Meliponina.

6. 2. Mensurações do segmento antenal referentes aos caracteres A, B, C, D, E.

Os valores médios (\bar{x} segmento) representativos do conjunto dos 10 indivíduos analisados (\bar{x} -conjunto), referentes aos caracteres A (largura total do segmento antenal), B (largura da região com discos olfativos), C (largura da região sem discos olfativos), D (comprimento total do segmento antenal, incluindo uma faixa de quitina lisa), E (comprimento do segmento antenal) encontram-se nas Tabelas 3 a 9, para os machos de *Exaerete dentata*, *Exaerete smaragdina*, *Eufriesea violaceae*, *Melipona favosa orbigny* e *Scaptotrigona depilis*, e, para as fêmeas de *M. favosa orbigny* e *S. depilis*. Os valores absolutos e valores médios por segmento (\bar{x} -segmento) referentes aos mesmos caracteres A, B, C, D, E, para cada uma das abelhas analisadas, estão no Apêndice, nas tabelas de números VIII a X, XI a XIII (para operárias e machos de *M. favosa orbigny*), XIV a XVI, XVII a XIX (para operárias e machos de *S. depilis*), XX a XXII (machos de *E. violaceae*), XXIII a XXV (machos de *E. smaragdina*) e

XXVI (machos de *E. dentata*); sendo que o Apêndice consta como parte integrante desta Dissertação em mãos do pesquisador.

Nas Tabelas 3 a 7, pode ser observado que em relação aos machos, apesar de todos apresentarem os segmentos do flagelo antenal divididos em duas regiões (B e C, com e sem discos olfativos, respectivamente), há uma diferença acentuada no que diz respeito à distribuição dessas estruturas olfativas no segmento antenal. Assim, os machos de *M. f. orbignyi* e *S. depilis* têm os D.O. distribuídos em praticamente toda a extensão dos segmentos antenais de números 2 a 11, uma vez que, em ambos, o valor do caráter B (largura da região com D.O.) está bem mais próximo do valor do caráter A (largura total do segmento antenal); enquanto que a região sem estruturas olfativas (caráter C) é muito reduzida (Tabelas 3 e 4). Já nos Euglossina *E. violaceae*, *E. smaragdina* e *E. dentata* essas regiões B e C se equivalem (em torno de 50% da largura total do segmento, Tabelas 5, 6 e 7), estando os discos olfativos distribuídos, em posição frontal da antena, desde o segmento número 3 até o 11. Dessa forma, observa-se que as estruturas sensoriais olfativas distribuem-se de modo quase que uniforme por todo o flagelo antenal nos machos de Meliponina e, não apenas na região frontal de cada segmento da antena (como em Euglossina).

Tabela 3. Valores médios e desvios padrões, referentes às mensurações A, B, C, D, E, representativos de um segmento (\bar{x} segmento, com base nos dados obtidos em cada um dos segmentos de número 2 ao 11 do flagelo antenal de uma abelha) e também, representativos do conjunto dos 10 machos de *Melipona favosa orbigny* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Mensurações do segmento antenal (\bar{x} segmento)				
	A	B	C	D	E
1	23,00 ± 1,05	19,00 ± 1,49	4,00 ± 1,41	16,60 ± 0,96	14,40 ± 2,06
2	22,50 ± 0,84	19,20 ± 1,47	3,30 ± 1,05	16,60 ± 1,07	14,40 ± 1,89
3	22,40 ± 0,84	19,10 ± 1,52	3,30 ± 0,94	16,80 ± 1,03	14,60 ± 2,06
4	22,50 ± 1,08	19,40 ± 2,01	3,10 ± 1,10	17,10 ± 0,87	15,20 ± 1,75
5	22,30 ± 0,94	19,40 ± 1,71	2,90 ± 0,99	16,90 ± 0,87	14,80 ± 1,75
6	22,10 ± 1,19	19,60 ± 1,64	2,50 ± 0,70	17,20 ± 0,63	15,50 ± 1,26
7	22,10 ± 1,19	19,30 ± 1,63	2,80 ± 0,63	16,90 ± 0,99	14,80 ± 1,98
8	22,20 ± 1,22	19,90 ± 2,13	2,30 ± 0,94	16,80 ± 1,13	14,60 ± 2,27
9	22,10 ± 1,19	19,80 ± 1,75	2,30 ± 0,67	16,70 ± 0,94	14,40 ± 1,89
10	22,50 ± 0,97	20,10 ± 1,79	2,40 ± 0,96	16,70 ± 0,94	14,40 ± 1,89
\bar{x} conjunto	22,37 ± 0,27	19,48 ± 0,36	2,89 ± 0,54	16,83 ± 0,20	14,71 ± 0,37

Tabela 4. Valores médios e desvios padrões, referentes às mensurações A, B, C, D, E, representativos de um segmento (\bar{x} segmento, com base nos dados obtidos em cada um dos segmentos de número 2 ao 11 do flagelo antenal de uma abelha) e também, representativos do conjunto dos 10 machos de *Scaptotrigona depilis* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Mensurações do segmento antenal (\bar{x} segmento)				
	A	B	C	D	E
1	20,90 ± 1,19	16,00 ± 2,30	4,90 ± 1,19	10,50 ± 0,84	9,20 ± 1,68
2	19,90 ± 0,99	14,90 ± 2,84	5,00 ± 2,05	10,20 ± 0,63	8,40 ± 1,26
3	19,50 ± 1,50	16,80 ± 1,75	2,70 ± 0,48	9,90 ± 0,99	7,90 ± 1,79
4	19,90 ± 1,28	17,20 ± 2,04	2,70 ± 0,82	9,60 ± 1,07	7,40 ± 1,83
5	19,80 ± 1,13	16,10 ± 2,72	3,70 ± 1,76	10,10 ± 0,87	8,10 ± 1,66
6	20,60 ± 0,69	17,60 ± 1,71	3,00 ± 1,24	10,40 ± 0,69	8,40 ± 0,96
7	19,90 ± 1,19	15,20 ± 2,93	4,70 ± 1,94	9,70 ± 1,15	7,30 ± 1,63
8	19,80 ± 1,47	16,70 ± 2,35	3,10 ± 1,37	9,80 ± 1,13	7,50 ± 1,58
9	19,70 ± 1,41	15,20 ± 2,14	4,50 ± 0,84	10,00 ± 0,94	7,80 ± 1,31
10	20,20 ± 1,31	16,10 ± 2,68	4,10 ± 1,44	9,90 ± 0,99	7,60 ± 1,42
\bar{x} conjunto	20,02 ± 0,42	16,18 ± 0,90	3,84 ± 0,91	10,01 ± 0,29	7,96 ± 0,58

Tabela 5. Valores médios e desvios padrões, referentes às mensurações A, B, C, D, E, representativos de um segmento (\bar{x} segmento, com base nos dados obtidos em cada um dos segmentos de número 3 ao 11 do flagelo antenal de uma abelha) e também, representativos do conjunto dos 10 machos de *Eufriesea violaceae* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Mensurações do segmento antenal (\bar{x} segmento)				
	A	B	C	D	E
1	44,00 ± 2,59	22,11 ± 1,83	21,88 ± 1,45	23,88 ± 3,17	15,55 ± 1,87
2	47,11 ± 2,61	23,33 ± 2,44	23,77 ± 2,81	23,00 ± 2,39	17,88 ± 2,75
3	45,44 ± 2,06	23,55 ± 1,50	21,88 ± 0,78	20,11 ± 0,60	14,77 ± 1,64
4	42,11 ± 2,14	21,66 ± 1,50	20,44 ± 0,72	20,88 ± 0,92	15,44 ± 1,66
5	42,22 ± 2,10	21,44 ± 1,42	20,77 ± 0,83	20,55 ± 0,72	15,77 ± 1,39
6	44,66 ± 1,93	23,44 ± 1,42	21,22 ± 0,83	20,66 ± 0,70	16,33 ± 1,73
7	43,00 ± 0,70	23,33 ± 0,50	20,66 ± 0,70	21,44 ± 0,88	14,44 ± 2,00
8	44,11 ± 1,76	22,55 ± 1,42	21,55 ± 2,12	20,88 ± 0,78	15,66 ± 2,59
9	44,44 ± 1,58	22,33 ± 1,00	21,11 ± 0,92	22,33 ± 0,86	15,00 ± 2,29
10	44,22 ± 1,56	22,77 ± 1,09	21,44 ± 1,01	21,88 ± 0,92	15,22 ± 1,98
\bar{x} conjunto	44,13 ± 1,49	22,65 ± 0,76	21,47 ± 0,94	21,56 ± 1,20	15,60 ± 0,96

Tabela 6. Valores médios e desvios padrões, referentes às mensurações A, B, C, D, E, representativos de um segmento (\bar{x} segmento, com base nos dados obtidos em cada um dos segmentos de número 3 ao 11 do flagelo antenal de uma abelha) e também, representativos do conjunto dos 10 machos de *Exaerete smaragdina* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Mensurações do segmento antenal (\bar{x} segmento)				
	A	B	C	D	E
1	64,44 ± 1,50	33,22 ± 1,48	31,22 ± 1,30	23,88 ± 1,36	15,00 ± 2,00
2	64,11 ± 2,20	32,88 ± 1,69	31,22 ± 1,20	22,77 ± 1,71	16,44 ± 2,40
3	64,88 ± 1,76	33,77 ± 2,63	31,11 ± 1,76	22,88 ± 1,05	16,44 ± 2,40
4	64,22 ± 1,48	31,44 ± 0,72	32,77 ± 0,97	22,44 ± 1,13	16,55 ± 2,35
5	63,88 ± 1,53	31,33 ± 1,00	32,55 ± 0,72	23,22 ± 1,20	16,22 ± 1,98
6	66,88 ± 1,83	31,66 ± 0,86	35,22 ± 1,09	23,33 ± 1,22	16,77 ± 2,33
7	63,88 ± 1,83	30,88 ± 0,92	33,00 ± 1,32	23,11 ± 1,05	17,22 ± 1,71
8	64,00 ± 1,73	31,11 ± 0,92	32,88 ± 1,05	23,22 ± 1,30	16,44 ± 1,66
9	63,66 ± 1,80	31,55 ± 1,33	32,11 ± 0,78	23,44 ± 1,42	16,88 ± 2,20
10	64,11 ± 1,53	31,77 ± 1,20	32,33 ± 0,86	23,33 ± 1,00	16,77 ± 1,98
\bar{x} conjunto	64,40 ± 0,93	31,96 ± 0,97	32,44 ± 1,21	23,16 ± 0,39	16,47 ± 0,59

Tabela 7. Valores médios e desvios padrões, referentes às mensurações A, B, C, D, E, representativos de um segmento (\bar{x} segmento, com base nos dados obtidos em cada um dos segmentos de número 3 ao 11 do flagelo antenal de uma abelha) e também, representativos do conjunto dos 10 machos de *Exaerete dentata* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Mensurações do segmento antenal (\bar{x} segmento)				
	A	B	C	D	E
1	62,77 ± 1,20	31,22 ± 1,39	31,55 ± 0,88	22,66 ± 2,73	15,77 ± 1,92
2	62,22 ± 2,43	31,55 ± 2,00	30,66 ± 0,86	22,33 ± 1,22	15,22 ± 2,33
\bar{x} conjunto	62,49 ± 0,38	31,38 ± 0,23	31,10 ± 0,62	22,49 ± 0,23	15,49 ± 0,38

Tabela 8. Valores médios e desvios padrões, referentes às mensurações A, B, C, D, E, representativos de um segmento (\bar{x} segmento, com base nos dados obtidos em cada um dos segmentos de número 2 ao 10 do flagelo antenal de uma abelha) e também, representativos do conjunto das 10 operárias de *Melipona favosa orbigny* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Mensurações do segmento antenal (\bar{x} segmento)				
	A	B	C	D	E
1	19,55 ± 1,23	15,11 ± 0,92	4,44 ± 1,01	10,11 ± 0,78	7,88 ± 1,45
2	20,66 ± 0,50	15,22 ± 1,39	5,44 ± 1,33	10,11 ± 0,78	7,88 ± 1,05
3	20,88 ± 1,05	15,77 ± 1,48	5,11 ± 0,92	10,44 ± 0,72	8,77 ± 1,39
4	21,55 ± 1,23	16,44 ± 2,00	5,11 ± 1,26	10,44 ± 1,01	8,33 ± 1,58
5	20,77 ± 0,83	15,44 ± 1,94	5,33 ± 1,58	10,22 ± 0,44	8,44 ± 0,72
6	20,33 ± 0,70	15,11 ± 1,53	5,22 ± 1,20	10,11 ± 0,60	8,22 ± 1,20
7	21,22 ± 1,30	15,55 ± 1,81	5,66 ± 1,11	9,88 ± 0,60	7,77 ± 1,20
8	20,77 ± 0,83	15,22 ± 1,20	5,55 ± 0,72	10,66 ± 0,70	9,22 ± 0,83
9	21,55 ± 0,88	16,66 ± 2,23	4,88 ± 1,53	10,00 ± 0,70	8,00 ± 1,41
10	21,22 ± 0,97	16,22 ± 1,98	5,00 ± 1,22	10,11 ± 0,78	8,11 ± 1,45
\bar{x} conjunto	20,85 ± 0,60	15,67 ± 0,57	5,17 ± 0,35	10,20 ± 0,23	8,26 ± 0,45

Tabela 9. Valores médios e desvios padrões, referentes às mensurações A, B, C, D, E, representativos de um segmento (\bar{x} segmento, com base nos dados obtidos em cada um dos segmentos de número 2 ao 10 do flagelo antenal de uma abelha) e também, representativos do conjunto das 10 operárias de *Scaptotrigona depilis* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Mensurações do segmento antenal (\bar{x} segmento)				
	A	B	C	D	E
1	20,22 ± 1,20	15,33 ± 2,54	4,88 ± 1,61	8,66 ± 0,70	6,33 ± 1,41
2	19,88 ± 0,92	15,44 ± 1,74	4,44 ± 0,88	8,88 ± 0,78	6,77 ± 1,56
3	20,00 ± 1,00	16,44 ± 1,94	3,55 ± 1,13	9,00 ± 0,86	7,00 ± 1,73
4	19,66 ± 1,11	15,22 ± 2,38	4,44 ± 1,33	9,22 ± 0,66	7,44 ± 1,33
5	19,77 ± 0,97	15,44 ± 1,74	4,33 ± 1,32	9,11 ± 0,92	7,22 ± 1,85
6	20,11 ± 0,78	14,88 ± 2,42	5,22 ± 1,85	9,11 ± 0,78	7,22 ± 1,56
7	19,77 ± 0,97	14,33 ± 2,34	5,44 ± 1,58	9,11 ± 0,78	7,22 ± 1,56
8	18,88 ± 1,45	16,00 ± 1,93	2,88 ± 0,60	9,22 ± 0,83	7,44 ± 1,66
9	19,66 ± 1,11	16,88 ± 1,90	2,77 ± 0,83	9,22 ± 0,83	7,22 ± 1,85
10	20,11 ± 1,26	16,00 ± 2,69	4,11 ± 1,90	9,22 ± 0,83	7,55 ± 1,50
\bar{x} conjunto	19,80 ± 0,38	15,59 ± 0,75	4,20 ± 0,90	9,07 ± 0,18	7,14 ± 0,36

Nas Tabelas 8 e 9, em relação às fêmeas de Meliponina, o caráter B é maior que C (sendo que as estruturas olfativas distribuem-se desde o segmento número 2 até o 10 em posição frontal na antena), podendo-se verificar que as operárias de *M. favosa orbigny* e *S. depilis* mostram a região B (com discos olfativos/ D. O.) cerca de 3 e 4 vezes maior do que a região C (sem D.O.), respectivamente. Note-se que os machos Meliponina mostram a região B em torno de 4 e 7 vezes maior do que C, para *S. depilis* e *M. favosa orbigny* (Tabelas 3 e 4) respectivamente, ou seja, as estruturas olfativas estão mais espalhadas pelos segmentos antenais dos machos (distribuindo-se por quase toda a extensão dos mesmos).

Em relação à Tabela 10, no tocante aos caracteres A (largura total do segmento), D e E (ambos relativos ao comprimento do segmento), pode-se observar que os maiores valores são apresentados nos Euglossina, quando comparados com Meliponina. Assim, nos machos Euglossina de *Exaerete* (*E. dentata* e *E. smaragdina*) os segmentos são maiores na largura total (em cerca de 3 vezes), seguidos de *Eufriesea violaceae* (com segmentos um pouco menores na largura total; porém, quando comparados aos de Meliponina, estes últimos Euglossina apresentam praticamente o dobro do valor do caráter A). Ainda, ao serem comparados ambos os sexos numa mesma espécie (para Meliponina), e na comparação entre os machos de Euglossina, verificou-se, pela Tabela 10 e Figura 4:

1. No caso de *M. favosa orbigny*, são os machos que mostram os segmentos do flagelo antenal mais largos ($A = 22,37 \pm 0,27$) do que nas operárias ($A = 20,85 \pm 0,60$), e também maiores no comprimento total ($D = 16,83 \pm 0,20$ e $E = 14,71 \pm 0,37$) do que nas operárias ($D = 10,20 \pm 0,23$ e $E = 8,26 \pm 0,45$). Quanto aos valores de B (largura da região com D.O., $19,48 \pm 0,36$ para machos, e $15,67 \pm 0,57$ para operárias), maiores do que C em cerca de 6, 7 e de 3 vezes (para machos e fêmeas, respectivamente). Pode-se constatar que os discos olfativos se apresentam de forma mais dispersa nos machos, mais espalhados ao longo da extensão, em largura total, dos segmentos antenais (em posição frontal).

2. No caso de *S. depilis*, os segmentos antenais dos machos são maiores na largura total ($A = 20,03 \pm 0,42$) e mais compridos ($D = 10,01 \pm 0,29$ e $E = 7,96 \pm 0,58$) do que nas operárias; sendo que a região com D.O (B) é maior do que a sem D.O. (C), em cerca de 4,2 e de 3,7 vezes para machos e fêmeas respectivamente.

3. Nos machos de Euglossina, os segmentos antenais são bem maiores em largura total e comprimento, do que em Meliponina, enquanto que as regiões com e sem D.O. do segmento são praticamente da mesma largura (ou seja, correspondendo a cerca da metade deste) – diferente do que foi observado nos machos de Meliponina.

Tabela 10. Valores médios e desvios padrões (apresentados em números absolutos) por segmento, relativo às mensurações A, B, C, D, E do segmento antenal, com 40 vezes de aumento; e representativos do conjunto de abelhas analisadas (\bar{x} conjunto), em espécies de Euglossina e Meliponina. A= largura total do segmento, B= largura da região que contém discos olfativos, C=largura da região sem discos olfativos, D=comprimento total do segmento (inclui uma pequena faixa de quitina lisa na margem superior de cada segmento), E=comprimento do segmento antenal.

Mensurações do segmento antenal- \bar{x} conjunto							
Caracteres	* <i>Melipona</i> <i>favosa orbignyi</i> ♀	* <i>Scaptotrigona</i> <i>depilis</i> ♀	* <i>Melipona</i> <i>favosa orbignyi</i> ♂	* <i>Scaptotrigona</i> <i>depilis</i> ♂	** <i>Exaerete</i> <i>dentata</i> ♂	** <i>Exaerete</i> <i>smaragdina</i> ♂	** <i>Eufriesea</i> <i>violaceae</i> ♂
A	20,85 ± 0,60	19,80 ± 0,38	22,37 ± 0,27	20,03 ± 0,42	62,49 ± 0,38	64,40 ± 0,93	44,13 ± 1,49
B	15,67 ± 0,57	15,59 ± 0,75	19,48 ± 0,36	16,18 ± 0,90	31,38 ± 0,23	31,96 ± 0,97	22,65 ± 0,76
C	5,17 ± 0,35	4,20 ± 0,90	2,89 ± 0,54	3,84 ± 0,91	31,10 ± 0,62	32,44 ± 1,21	21,47 ± 0,94
D	10,20 ± 0,23	9,07 ± 0,18	16,83 ± 0,20	10,01 ± 0,29	22,49 ± 0,23	23,16 ± 0,39	21,56 ± 1,20
E	8,26 ± 0,45	7,14 ± 0,36	14,71 ± 0,37	7,96 ± 0,58	15,49 ± 0,38	16,47 ± 0,59	15,60 ± 0,96

*: Meliponina

** : Euglossina

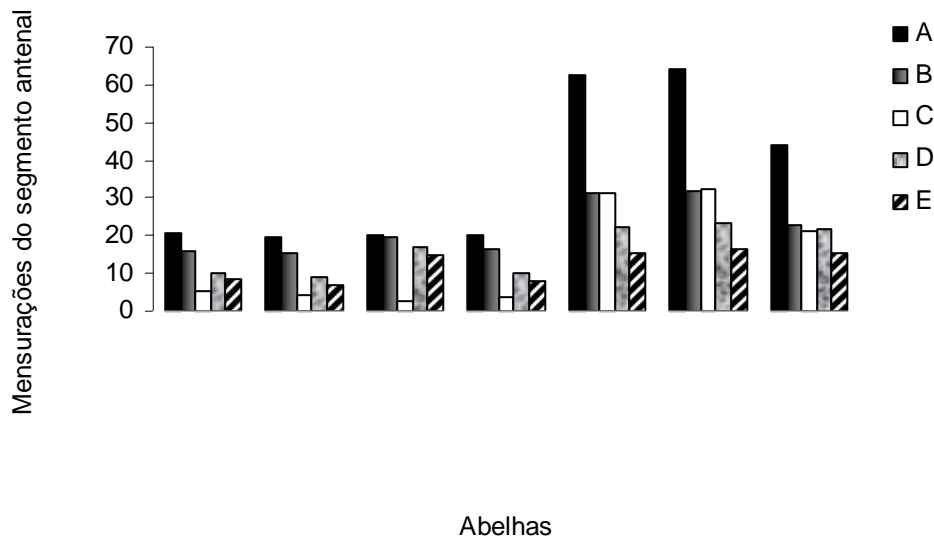


Figura 4. Valores médios (\bar{X} -conjunto) para cada uma das mensurações A, B, C, D, E representativos de um segmento do flagelo antenal, referentes ao conjunto de machos e fêmeas de abelhas Euglossina e Meliponina.

6. 3- Cálculo das áreas do segmento antenal (A^T , a_E , a).

Os valores médios que representam um segmento antenal e, que ao mesmo tempo correspondem ao conjunto dos machos de Euglossina e machos e fêmeas de Meliponina (\bar{x} conjunto), referentes ao cálculo dos índices A^T (área total), a_E (área da região com D.O.) a (área da região sem D.O), se encontram nas Tabelas números 11 à 17. As Tabelas XXVII até XLV do Apêndice, apresentam os dados obtidos por segmento individual (valores absolutos) e por segmento (\bar{x} segmento) para fêmeas e machos de *Melipona favosa orbigny*, *Scaptotrigona depilis*, e machos de *Exaerete dentata*, *Exaerete smaragdina* e *Eufriesea violaceae*.

Pode ser verificado então, que tanto em *M. favosa orbigny* como em *S. depilis*, os machos possuem os maiores valores referentes à área total do segmento antenal ($A^T = 329,94 \pm 7,60$ e $160,88 \pm 14,13$, respectivamente, Tabelas 12 e 14); do que quando comparados com as operárias ($A^T = 172,83 \pm 10,82$ e $142,09 \pm 6,69$, respectivamente, Tabelas 11 e 13); sendo que em ambas as espécies, a área do segmento contendo discos olfativos (a_E) é maior do que a área sem D.O. (a). Assim, pode-se constatar que, em *M. favosa orbigny*, $a_E > a$ em cerca de 3 vezes para as

operárias e 6,9 vezes para os machos; enquanto que em *S. depilis*, $a_E > a$ em cerca de 3,9 e 4,4 vezes para, respectivamente, operárias e machos (Tabelas 11, 12, 13 e 14).

Tabela 11. Valores médios e desvios padrões, relativos aos cálculos das áreas dos segmentos do flagelo antenal (A^T , a_E , a), representativos de um segmento por abelha, para o conjunto das 10 operárias de *Melipona favosa orbignyi* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Áreas do segmento antenal (\bar{x} segmento)		
	A^T (A x E)	a_E (B x E)	a (C x E)
1	154,66 ± 32,74	119,55 ± 26,03	35,11 ± 9,95
2	163,11 ± 22,28	120,55 ± 21,37	42,55 ± 10,08
3	183,55 ± 31,31	139,33 ± 28,37	44,22 ± 7,10
4	180,88 ± 42,12	138,77 ± 37,53	42,11 ± 12,04
5	175,33 ± 15,23	130,33 ± 20,71	45,00 ± 14,50
6	167,55 ± 28,17	125,33 ± 27,94	42,22 ± 7,96
7	165,55 ± 32,49	122,22 ± 31,26	43,33 ± 6,48
8	191,88 ± 22,18	140,77 ± 20,74	51,11 ± 7,09
9	172,88 ± 33,85	134,88 ± 35,17	38,00 ± 9,43
10	173,00 ± 36,33	133,55 ± 36,20	39,44 ± 5,59
\bar{x} conjunto	172,83 ± 10,82	130,52 ± 8,12	42,30 ± 4,32

Tabela 12. Valores médios e desvios padrões, relativos aos cálculos das áreas dos segmentos do flagelo antenal (A^T , a_E , a), representativos de um segmento por abelha, para o conjunto dos 10 machos de *Melipona favosa orbigny* (\bar{X} conjunto).

Abelhas	Áreas do segmento antenal (\bar{X} segmento)		
	A^T (A x E)	a_E (B x E)	a (C x E)
1	331,30 ± 50,22	275,80 ± 58,59	55,50 ± 16,16
2	324,30 ± 46,95	277,20 ± 46,51	47,10 ± 14,93
3	327,40 ± 50,31	279,90 ± 49,89	47,50 ± 12,12
4	342,90 ± 49,89	296,40 ± 55,30	46,50 ± 15,73
5	330,10 ± 42,27	288,20 ± 49,65	41,90 ± 11,31
6	343,30 ± 40,99	304,80 ± 43,91	38,50 ± 10,99
7	328,50 ± 56,33	287,70 ± 56,38	40,80 ± 7,74
8	326,20 ± 64,48	294,10 ± 70,51	32,10 ± 10,65
9	320,10 ± 57,55	287,80 ± 60,23	32,30 ± 7,11
10	325,30 ± 53,96	291,90 ± 61,01	33,40 ± 11,84
\bar{X} conjunto	329,94 ± 7,60	288,38 ± 9,03	41,56 ± 7,72

Tabela 13. Valores médios e desvios padrões, relativos aos cálculos das áreas dos segmentos do flagelo antenal (A^T , a_E , a), representativos de um segmento por abelha, para o conjunto das 10 fêmeas operárias de *Scaptotrigona depilis* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Áreas do segmento antenal (\bar{x} segmento)		
	A^T (A x E)	a_E (B x E)	a (C x E)
1	128,44 ± 31,80	98,88 ± 34,69	29,55 ± 7,79
2	135,22 ± 33,85	105,22 ± 28,61	30,00 ± 8,27
3	140,88 ± 38,43	117,33 ± 38,58	23,55 ± 5,02
4	147,22 ± 31,47	115,22 ± 34,06	32,00 ± 7,21
5	143,77 ± 40,76	112,77 ± 35,19	31,00 ± 10,42
6	145,88 ± 35,02	109,11 ± 33,74	36,77 ± 12,82
7	143,77 ± 36,17	105,88 ± 37,17	37,88 ± 10,19
8	140,44 ± 32,05	119,11 ± 29,40	21,33 ± 5,45
9	142,33 ± 39,36	122,66 ± 38,03	19,66 ± 6,50
10	153,00 ± 36,35	122,88 ± 38,83	30,11 ± 14,80
\bar{x} conjunto	142,09 ± 6,69	112,90 ± 8,01	29,18 ± 6,05

Tabela 14. Valores médios e desvios padrões, relativos aos cálculos das áreas dos segmentos do flagelo antenal (A^T , a_E , a), representativos de um segmento por abelha, para o conjunto dos 10 machos de *Scaptotrigona depilis* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Áreas do segmento antenal (\bar{x} segmento)		
	A^T (A x E)	a_E (B x E)	a (C x E)
1	193,40 ± 41,31	149,20 ± 40,59	44,20 ± 11,33
2	167,80 ± 29,91	127,00 ± 36,88	40,80 ± 14,76
3	156,10 ± 44,48	135,20 ± 41,75	20,90 ± 4,58
4	149,20 ± 45,35	130,40 ± 45,39	18,80 ± 2,52
5	161,80 ± 40,74	134,10 ± 47,22	27,70 ± 9,59
6	173,30 ± 22,75	149,00 ± 28,46	24,30 ± 8,01
7	146,80 ± 39,41	114,60 ± 43,41	32,20 ± 11,35
8	150,40 ± 40,09	127,90 ± 40,56	22,50 ± 9,11
9	155,00 ± 33,39	120,50 ± 32,13	34,50 ± 5,83
10	155,00 ± 36,91	125,50 ± 40,39	29,50 ± 6,13
\bar{x} conjunto	160,88 ± 14,13	131,34 ± 11,13	29,54 ± 8,45

Tabela 15. Valores médios e desvios padrões, relativos aos cálculos das áreas dos segmentos do flagelo antenal (A^T , a_E , a), representativos de um segmento por abelha, para o conjunto dos 10 machos de *Eufriesea violaceae* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Áreas do segmento antenal (\bar{x} segmento)		
	A^T (A x E)	a_E (B x E)	a (C x E)
1	687,00 ± 113,09	346,44 ± 69,18	340,55 ± 47,02
2	844,11 ± 150,38	418,22 ± 78,99	425,88 ± 91,54
3	674,00 ± 102,76	349,77 ± 58,98	324,22 ± 44,73
4	652,00 ± 93,90	335,77 ± 53,70	316,22 ± 40,89
5	668,44 ± 90,62	340,00 ± 52,20	328,44 ± 38,92
6	730,00 ± 88,98	382,77 ± 45,61	347,22 ± 45,47
7	621,66 ± 92,22	322,55 ± 45,72	299,11 ± 47,45
8	692,00 ± 122,03	353,44 ± 63,23	338,55 ± 69,71
9	669,33 ± 121,99	351,00 ± 61,12	318,33 ± 62,13
10	675,44 ± 107,78	347,77 ± 56,93	327,66 ± 53,25
\bar{x} conjunto	691,39 ± 60,38	354,77 ± 27,05	336,61 ± 34,24

Tabela 16. Valores médios e desvios padrões, relativos aos cálculos das áreas dos segmentos do flagelo antenal (A^T , a_E , a), representativos de um segmento por abelha, para o conjunto dos 10 machos de *Exaerete smaragdina* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Áreas do segmento antenal (\bar{x} segmento)		
	A^T (A x E)	a_E (B x E)	a (C x E)
1	968,44 ± 144,88	499,44 ± 76,93	469,00 ± 71,64
2	1055,44 ± 168,75	540,77 ± 83,97	514,66 ± 87,53
3	1066,00 ± 152,37	556,00 ± 97,37	510,00 ± 65,87
4	1065,88 ± 171,69	521,55 ± 81,81	544,33 ± 90,33
5	1038,22 ± 144,54	509,66 ± 75,59	528,55 ± 69,36
6	1119,33 ± 133,72	530,11 ± 65,13	589,22 ± 69,17
7	1102,66 ± 138,08	533,00 ± 65,84	569,66 ± 74,23
8	1054,77 ± 133,69	512,66 ± 64,08	542,11 ± 70,51
9	1078,11 ± 156,82	535,00 ± 84,88	543,11 ± 73,06
10	1078,22 ± 152,25	535,00 ± 81,95	543,22 ± 72,10
\bar{x} conjunto	1062,70 ± 40,69	527,31 ± 16,66	535,38 ± 33,07

Tabela 17. Valores médios e desvios padrões, relativos aos cálculos das áreas dos segmentos do flagelo antenal (A^T , a_E , a), representativos de um segmento por abelha, para o conjunto dos 10 machos de *Exaerete dentata* (\bar{x} conjunto).

Abelhas	Áreas do segmento antenal (\bar{x} segmento)		
	A^T (A x E)	a_E (B x E)	a (C x E)
1	992,22 ± 137,46	494,22 ± 78,02	498,00 ± 62,41
2	951,22 ± 179,64	483,77 ± 102,93	467,44 ± 77,92
\bar{x} conjunto	971,72 ± 28,99	488,99 ± 7,38	482,72 ± 21,60

Ao serem agora comparadas somente as fêmeas Meliponina (Tabelas 11 e 13), verificou-se que todos os valores A^T , a_E , a de *M. favosa orbigny* são maiores do que os seus correspondentes em *S. depilis*.

Dentre os machos Euglossina (Tabelas 15, 16 e 17) foi verificado que nas três espécies analisadas, as áreas com D.O. e sem D.O. (a_E , a respectivamente) se equivalem na proporção de aproximadamente 50% para cada uma (isto significa que, os discos olfativos estão distribuídos na metade frontal de cada um dos segmentos do flagelo antenal). Os maiores segmentos (e portanto, as maiores antenas) são os de *E. smaragdina* (com $A^T=1.062,70 \pm 40,69$), vindo em seguida *E. dentata* ($A^T= 971,72 \pm 28,99$) e *E. violaceae* ($A^T=691,39 \pm 60,38$), Tabelas 15, 16, 17.

Ao serem agora, comparados todos os machos analisados neste trabalho, constatou-se que (Tabela 18 e Figura 5), diferentemente dos euglossines (nos quais $a_E \approx a$, na proporção de cerca de 50 % para cada área com e sem discos olfativos, respectivamente), os machos Meliponina mostram “ a_E ” bem maior que “ a ”; ainda, em *M. favosa orbigny* os discos olfativos estão bem mais espalhados pelo segmento ($a_E > a$ em 6,9 vezes) do que em *S. depilis* (onde $a_E > a$, em 4,4 vezes).

Já foi verificado anteriormente (no item 4. 1) a seqüência, em ordem decrescente, das espécies analisadas (no que diz respeito à quantidade de discos olfativos, em números absolutos), à saber: *E. violaceae*, *E. dentata*, *E. smaragdina*, *M. favosa orbigny* e *S. depilis*. Entretanto, as três primeiras espécies (Euglossina) são abelhas de grande porte, bem maiores do que os Meliponina (e entre esses, *M. favosa orbigny* com tamanho da antena maior do que *S. depilis*), Tabela 18 e Figura 5. Então, foi questionado se, o fator “tamanho/área” do segmento antenal poderia ser responsável ou influenciar numa quantidade também maior de discos olfativos.

Dessa forma, para verificar se o número de discos olfativos era dependente do tamanho/área total da antena, foram calculados os índices $D.O./A^T$ e $D.O./a_E$, cujos resultados se encontram no item 4.4, à seguir. A relação entre o número absoluto de discos olfativos e a área total do segmento antenal, permite a comparação de abelhas com diferentes tamanhos (porte geral) no tocante ao caráter “número de D.O.”, demonstrando assim os valores pertinentes, isto é em proporção, nas diferentes espécies de abelhas (sejam de pequeno, médio ou grande porte). Já, a relação entre o número absoluto de discos olfativos e a área da região com D.O. do segmento

antenal, informa à respeito da distribuição dessas estruturas no segmento (se, de forma mais dispersa ou mais concentrada).

Tabela 18. Valores médios e desvios padrões relativos, ao cálculo das áreas dos segmentos do flagelo antenal (A^T , a_E , a), representativos de um segmento por abelha, para o conjunto dos machos de Euglossina e machos e fêmeas de Meliponina (\bar{x} conjunto) A^T =área total do segmento, a_E = área da região com discos olfativos, a = área da região sem discos olfativos.

Caracteres	Áreas do segmento flagelar - \bar{x} conjunto						
	<i>Melipona favosa orbignyi</i> ♀	<i>Scaptotrigona depilis</i> ♀	<i>Melipona favosa orbignyi</i> ♂	<i>Scaptotrigona depilis</i> ♂	<i>Exaerete dentata</i> ♂	<i>Exaerete smaragdina</i> ♂	<i>Eufriesea violaceae</i> ♂
A^T	172,83 ± 10,82	142,09 ± 6,69	329,94 ± 7,60	160,88 ± 14,13	971,72 ± 28,99	1062,70 ± 40,69	691,39 ± 60,38
a_E	130,52 ± 8,12	112,90 ± 8,01	288,38 ± 9,03	131,34 ± 11,13	488,99 ± 7,38	527,31 ± 16,66	354,77 ± 27,05
a	42,30 ± 4,32	29,18 ± 6,05	41,56 ± 7,72	29,54 ± 8,45	482,72 ± 21,60	535,38 ± 33,07	336,61 ± 34,24

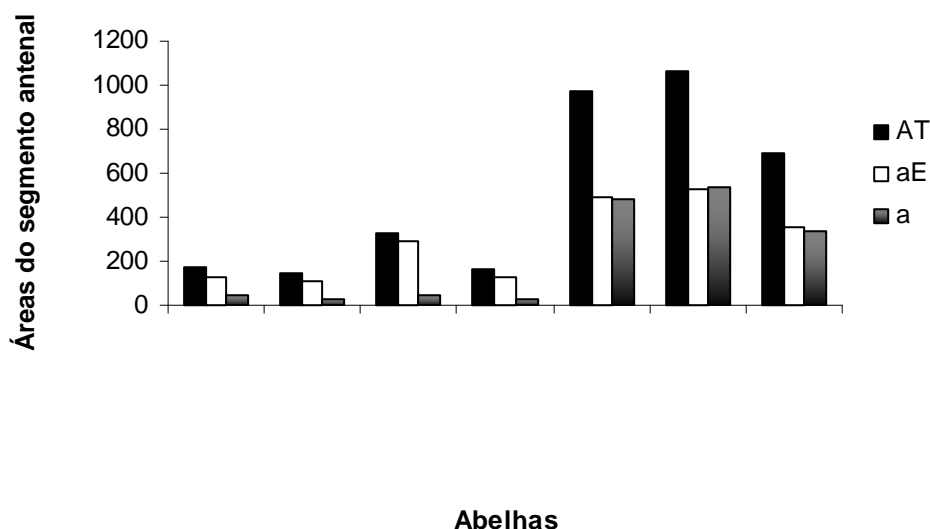


Figura 5. Valores médios (\bar{x} conjunto) relativos ao cálculo das áreas dos segmentos do flagelo antenal (A^T , a_E , a), representativos de um segmento por abelha, para o conjunto de abelhas analisadas (\bar{x} conjunto).

6. 4. Cálculo dos índices D.O./ A^T (número de discos olfativos em relação a área total do segmento) e D.O./ a_E (número de discos olfativos em relação a área do segmento que os contém)

Os valores médios que representam um segmento antenal por abelha (\bar{x} segmento), e correspondem ao conjunto de abelhas analisadas (\bar{x} conjunto), relativos aos dos índices D.O./ A^T e D.O./ a_E se encontram nas Tabelas 19 à 22 para as abelhas Euglossina e Meliponina analisadas. As tabelas XLVI à LII do Apêndice (em posse do autor da Dissertação), mostram os dados obtidos por segmento individual e a média por abelha (\bar{x} segmento) para *M. favosa orbigny*, *S. depilis*, *E. violaceae*, *E. smaragdina*, e *E. dentata*. Deve ser lembrado que, quanto maior for o valor do índice D.O./ A^T maior será a quantidade de discos olfativos existentes por área do segmento antenal; e, quanto maior for o valor do índice D.O./ a_E , significa que os discos olfativos estão mais concentrados na região em que se encontram no segmento (no caso, a_E).

Tabela 19. Valores médios e desvios padrões, relativos ao cálculo do índice DO/A^T , representativo de um segmento por abelha (\bar{x} segmento), e também do conjunto das abelhas analisadas (\bar{x} conjunto) Meliponina.

Abelhas	D.O./A ^T (\bar{x} segmento)			
	Operárias <i>M. favosa orbigny</i>	Machos <i>M. favosa orbigny</i>	Operárias <i>S. depilis</i>	Machos <i>S. depilis</i>
1	1,25 ± 0,42	0,87 ± 0,15	1,32 ± 0,33	1,03 ± 0,14
2	1,15 ± 0,21	0,91 ± 0,15	1,43 ± 0,41	1,36 ± 0,36
3	1,07 ± 0,28	0,88 ± 0,22	1,28 ± 0,23	1,44 ± 0,22
4	1,25 ± 0,23	0,86 ± 0,21	1,28 ± 0,21	1,76 ± 0,34
5	1,06 ± 0,23	0,84 ± 0,22	1,47 ± 0,53	1,31 ± 0,32
6	1,26 ± 0,32	0,85 ± 0,20	1,20 ± 0,24	1,32 ± 0,31
7	1,20 ± 0,14	0,84 ± 0,12	1,38 ± 0,27	1,49 ± 0,25
8	0,94 ± 0,25	0,81 ± 0,16	1,34 ± 0,46	1,46 ± 0,31
9	1,13 ± 0,19	0,78 ± 0,11	1,38 ± 0,34	1,47 ± 0,39
10	0,96 ± 0,15	0,76 ± 0,13	1,18 ± 0,26	1,27 ± 0,27
(\bar{x} conjunto)	1,13 ± 0,12	0,84 ± 0,05	1,33 ± 0,09	1,39 ± 0,19

Tabela 20. Valores médios e desvios padrões, relativos ao cálculo do índice DO/a_E, representativo de um segmento por abelha (\bar{x} segmento), e também do conjunto das abelhas analisadas (\bar{x} conjunto) Meliponina.

Abelhas	D.O./a _E (\bar{x} segmento)			
	Operárias <i>M.favosa orbignyi</i>	Machos <i>M.favosa orbignyi</i>	Operárias <i>S.depilis</i>	Machos <i>S.depilis</i>
1	1,63 ± 0,62	1,05 ± 0,16	1,77 ± 0,51	1,36 ± 0,21
2	1,56 ± 0,30	1,06 ± 0,13	1,84 ± 0,49	1,82 ± 0,27
3	1,42 ± 0,38	1,02 ± 0,24	1,57 ± 0,34	1,68 ± 0,23
4	1,65 ± 0,33	0,99 ± 0,19	1,68 ± 0,26	2,04 ± 0,40
5	1,44 ± 0,28	0,96 ± 0,23	1,86 ± 0,55	1,61 ± 0,29
6	1,69 ± 0,40	0,95 ± 0,20	1,67 ± 0,46	1,54 ± 0,31
7	1,65 ± 0,16	0,96 ± 0,13	1,93 ± 0,40	1,99 ± 0,36
8	1,28 ± 0,32	0,90 ± 0,14	1,58 ± 0,49	1,73 ± 0,26
9	1,47 ± 0,20	0,87 ± 0,10	1,62 ± 0,38	1,91 ± 0,42
10	1,28 ± 0,26	0,86 ± 0,12	1,50 ± 0,35	1,61 ± 0,30
(\bar{x} conjunto)	1,51 ± 0,15	0,96 ± 0,07	1,70 ± 0,14	1,73 ± 0,21

Tabela 21. Valores médios e desvios padrões, relativos ao cálculo do índice DO/A^T , representativo de um segmento (\bar{x} segmento) por abelha, e também do conjunto dos machos de *Euglossina* analisadas (\bar{x} conjunto).

Abelhas	D.O/A ^T (\bar{x} segmento)		
	♂ <i>Eufriesea violaceae</i>	♂ <i>Exaerete smaragdina</i>	♂ <i>Exaerete dentata</i>
1	0,77 ± 0,06	0,40 ± 0,04	0,41 ± 0,02
2	0,64 ± 0,13	0,35 ± 0,02	0,40 ± 0,02
3	0,80 ± 0,07	0,36 ± 0,03	----
4	0,81 ± 0,06	0,36 ± 0,03	----
5	0,79 ± 0,05	0,36 ± 0,03	----
6	0,73 ± 0,05	0,34 ± 0,03	----
7	0,89 ± 0,07	0,34 ± 0,02	----
8	0,76 ± 0,05	0,36 ± 0,03	----
9	0,82 ± 0,09	0,36 ± 0,02	----
10	0,79 ± 0,03	0,35 ± 0,03	----
\bar{x} conjunto	0,78 ± 0,06	0,36 ± 0,02	0,40 ± 0,01

Tabela 22. Valores médios e desvios padrões, relativos ao cálculo do índice DO/a_E, representativo de um segmento (\bar{x} segmento) por abelha, e também do conjunto dos machos de Euglossina analisadas (\bar{x} conjunto).

Abelhas	D.O/a _E (\bar{x} segmento)		
	♂ <i>Eufriesea violaceae</i>	♂ <i>Exaerete smaragdina</i>	♂ <i>Exaerete dentata</i>
1	1,53 ± 0,14	0,78 ± 0,07	0,83 ± 0,05
2	1,29 ± 0,26	0,69 ± 0,05	0,80 ± 0,05
3	1,55 ± 0,16	0,69 ± 0,07	----
4	1,59 ± 0,12	0,74 ± 0,05	----
5	1,56 ± 0,11	0,73 ± 0,06	----
6	1,40 ± 0,12	0,71 ± 0,07	----
7	1,71 ± 0,12	0,70 ± 0,05	----
8	1,49 ± 0,11	0,73 ± 0,05	----
9	1,57 ± 0,15	0,72 ± 0,05	----
10	1,54 ± 0,09	0,70 ± 0,06	
\bar{x} conjunto	1,52 ± 0,11	0,72 ± 0,03	0,81 ± 0,02

As Tabelas números 19 e 20 mostram os dados referentes à *Melipona favosa orbigny*, onde as operárias têm um número maior de discos olfativos, distribuídos de modo bem mais concentrado no segmento ($D.O./A^T=1,13 \pm 0,12$ e $D.O./a_E = 1,51 \pm 0,15$) do que quando comparadas aos machos. Estes por sua vez, têm menos D.O., porém, distribuídos de forma mais dispersa no segmento, cuja área $a_E > a$ ($D.O./A^T = 0,84 \pm 0,05$ e $D.O./a_E = 0,96 \pm 0,07$). Em *Scaptotrigona depilis* ocorre o contrário, ou seja, são os machos que mostram maior valor para o índice $D.O./A^T$ ($1,39 \pm 0,19$ para machos e $1,33 \pm 0,09$ para fêmeas), bem mais concentrados em seus segmentos; $D.O./a_E = 1,73 \pm 0,21$ para machos e $1,70 \pm 0,14$ para fêmeas, (Tabelas 19 e 20).

Os valores desses índices demonstram que, proporcionalmente ao tamanho da antena para cada espécie analisada, *S. depilis* (abelhas de menor porte) têm mais disco olfativo, em maior concentração nos segmentos antenais, do que em *M. favosa orbigny* (as quais, apesar de serem maiores, têm menos D.O., mais espalhados pelo segmento).

Na Tabela 21 verifica-se que, quanto ao índice $D.O./A^T$ (número de discos olfativos em proporção à área total do segmento) os maiores valores são apresentados pelos machos de *Eufriesea violaceae*, mostrando quase que o dobro ($0,78 \pm 0,06$) dos valores mostrados pelos machos de *Exaerete dentata* ($0,40 \pm 0,01$) e *Exaerete smaragdina* ($0,36 \pm 0,02$). Nota-se que a mesma seqüência de espécies, elencadas acima (em ordem decrescente, para o número de D.O., Tabela 21), foi também verificada em relação ao tamanho total (área total A^T) dos segmentos antenais, porém em ordem crescente (Tabela 18): (*E. violaceae*, *E. dentata*, *E. smaragdina*). Portanto, os machos de *Eufriesea violaceae*, dentre os Euglossina estudados, têm antena menor (A^T menor); mas, com uma quantidade muito maior de discos olfativos, distribuídos de forma muito mais concentrada em seus segmentos ($D.O./a_E = 1,52 \pm 0,11$), do que nos segmentos de *E. dentata* ($D.O./a_E = 0,81 \pm 0,02$) e *E. smaragdina* ($D.O./a_E = 0,72 \pm 0,03$), (Tabela 22).

A Tabela de número 23 mostra os dados de todos os indivíduos analisados de modo geral; onde *S. depilis* se destaca pelo maior número de D.O., com maior concentração e ocupando quase que todo o segmento, principalmente os machos ($D.O./A^T = 1,39 \pm 0,19$ e $1,33 \pm 0,09$, machos e fêmeas respectivamente; $D.O./a_E = 1,73 \pm 0,21$ e $1,70 \pm 0,14$, idem). Enquanto que os machos de *Scaptotrigona depilis* possuem mais D.O. com maior, concentração no segmento do que o sexo oposto (índices $D.O./A^T$ e $D.O./a_E$ com

Tabela 23. Valores médios e desvios padrões, relativos aos cálculos dos índices D.O./A^T e D.O./a_E, representativos de um segmento por abelha, para o conjunto das abelhas Euglossina e Meliponina analisadas (\bar{x} conjunto).

Abelhas Euglossina e Meliponina- \bar{x} conjunto							
Índices	<i>Melipona</i> <i>favosa orbignyi</i> ♀	<i>Scaptotrigona</i> <i>depilis</i> ♀	<i>Melipona</i> <i>favosa orbignyi</i> ♂	<i>Scaptotrigona</i> <i>depilis</i> ♂	<i>Exaerete</i> <i>dentata</i> ♂	<i>Exaerete</i> <i>smaragdina</i> ♂	<i>Eufriesea</i> <i>violaceae</i> ♂
D.O./A ^T	1,13 ± 0,12	1,33 ± 0,09	0,84 ± 0,05	1,39 ± 0,19	0,40 ± 0,01	0,36 ± 0,02	0,78 ± 0,06
D.O./a _E	1,51 ± 0,15	1,70 ± 0,14	0,96 ± 0,07	1,73 ± 0,21	0,81 ± 0,02	0,72 ± 0,03	1,52 ± 0,11

valores maiores) ocorre uma situação inversa em (onde são as fêmeas que apresentam valores maiores).

Ambas as espécies de Meliponina, por sua vez, superam no valor desses índices as abelhas Euglossina (considerada de grande porte); com exceção feita à *Eufriesea violaceae* (apenas para D.O./a_E), que é a menor dentre os Euglossina sendo quem mostra mais D.O., distribuídos de modo bem mais concentrados.

Apesar de *Melipona favosa orbignyi* e *Scaptotrigona depilis* serem menores, possuem mais discos olfativos por área do segmento antenal que os Euglossina (que são bem maiores em tamanho). Ainda, ao compararmos meliponíneos e euglossines, observa-se que nos Meliponina (abelhas menores) os discos estão muito mais concentrados, enquanto que nos Euglossina essas estruturas estão mais dispersas (exceto em *E. violaceae*). Portanto, proporcionalmente ao tamanho da antena, operárias e machos de *S. depilis*, apesar de serem as menores abelhas, possuem mais discos olfativos (ou seja, o maior índice de D.O./A^T), quando comparados com todas as outras abelhas (Tabela 23 e Figura 6).

Segundo Moraes (1985), abelhas Euglossina da espécie *Euglossa cordata* possuem mais discos olfativos do que *Eulaema nigrita*, sendo que ambas são consideradas parasociais. Ainda conforme a autora, os machos de *E. nigrita* apresentam maior número de discos por área e se encontram mais concentrados em seus segmentos do que nos das fêmeas. No tocante ao comportamento desses Euglossina, os machos logo que nascem, abandonam o ninho, não voltam mais e só cuidam de si; enquanto que as fêmeas além de coletarem alimento no meio onde vivem, também constroem células e cuidam das crias (Zucchi, 1969 a).

Para Moraes (1988), que realizou um estudo morfológico e genético das antenas de diversas espécies de abelhas (com diferentes padrões de socialidade) pertencentes da família Apidae, foi verificado que em *Scaptotrigona postica*, são os machos que possuem um número maior de discos olfativos por área total (D.O./A^T=1,88 ± 0,09) do que as fêmeas (operárias= 0,98 ± 0,03 e rainhas= 0,69 ± 0,07). Esses dados concordam com aqueles obtidos neste trabalho, em relação às abelhas do gênero *Scaptotrigona*, *S. depilis*, (Tabela 23), onde também os machos têm maiores índices olfativos (D.O./A^T= 1,39 ± 0,19) do que as operárias (D.O./A^T= 1,33 ± 0,09).

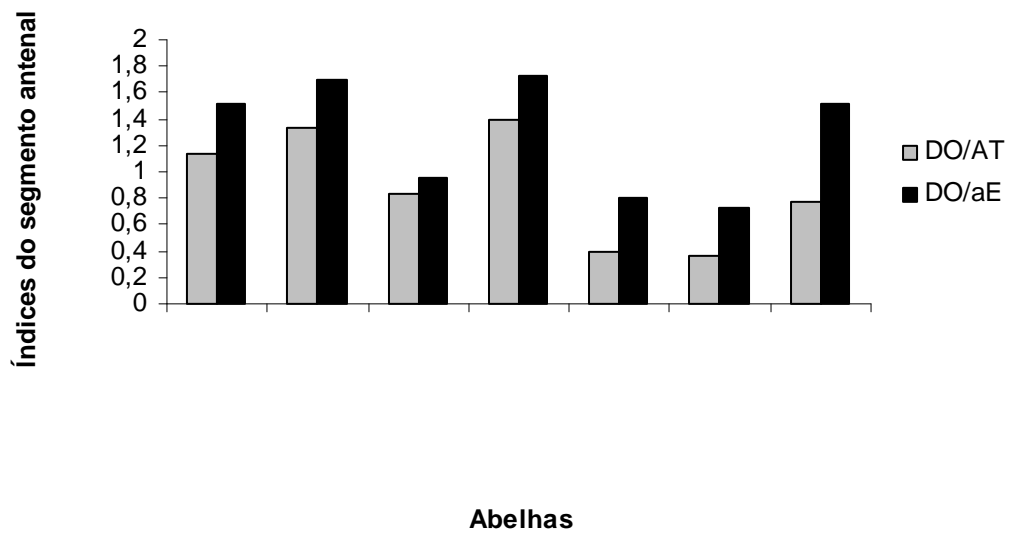


Figura 6. Valores médios relativos aos cálculos dos índices $D.O./A^T$ e $D.O./a_E$, representativos de um segmento por abelha, para o conjunto dos machos de *Euglossina* e de machos e fêmeas de *Meliponina* analisados.

Porém, nos machos de *S. postica* os D.O. se distribuem por toda a área do segmento (A^T), ocupando toda a sua extensão; enquanto que, nos machos de *S. depilis* isto não ocorre, uma vez que os D.O. se encontram em cerca de $\frac{3}{4}$ do segmento (conforme pode ser observado na Tabela 10).

Ainda segundo Moraes (1988), ao analisar as operárias de *Melipona quadrifasciata*, foi encontrado um valor para $D.O./A^T = 1,25 \pm 0,10$ (indicando que elas possuem maior número de D.O. do que as operárias de *Scaptotrigona postica*, com $D.O./A^T = 0,98 \pm 0,03$), distribuídos de forma mais concentrada ($D.O./a_E = 1,73 \pm 0,12$) em seus segmentos do que em *S. postica* ($D.O./a_E = 1,49 \pm 0,08$). Neste trabalho foram também analisadas operárias do gênero *Melipona*, pertencentes a espécie *M. favosa orbigny*, as quais mostraram índices menores ($D.O./A^T = 1,13 \pm 0,12$ e $D.O./a_E = 1,51 \pm 0,15$, Tabela 23) do que quando comparadas a *M. quadrifasciata*. Com base nos dados obtidos por Moraes (1988), observou-se que a diferença quanto ao número dessas estruturas olfativas por área (entre os sexos de uma mesma espécie), vai aumentando à medida que se consideram desde abelhas menos especializadas até as mais especializadas.

Assim, a tendência de abelhas da família Apidae parece ser a de apresentar proporcionalmente, maior quantidade de discos olfativos por segmento antenal à medida que ocupam um grau mais elevado na escala de socialidade (Moraes, 1985 e 1988). Essa tendência atinge o seu máximo nos machos de *Apis* e *Scaptotrigona*, por exemplo, onde todo o segmento é preenchido por essas *sensilla*, praticamente não havendo a área sem discos olfativos (variável C), discutida anteriormente (Stort, 1979 e Stort, informação pessoal; e Moraes 1988). Baseado neste raciocínio, os dados obtidos sugerem então que, em relação ao número de discos olfativos, os Meliponina estudados (principalmente *Scaptotrigona depilis*) são socialmente mais especializados do que os Euglossina analisados no trabalho; e dentre esses últimos, para *Eufriesea violaceae* (esses dados concordam com os demais dados biológicos). Ainda, enfatizando a importância dessas estruturas olfativas, Stort & Malaspina (1980) e Stort & Chaud – Netto (1980) observaram que os machos de *Apis mellifera*, abelhas consideradas altamente sociais, só enxergam a rainha quando estão à 1 metro de distância (sendo que o sentido olfativo já está ativado à distâncias muito maiores).

Foram também realizadas comparações dos índices obtidos nas relações $D.O./A^T$ e $D.O./a_E$, entre machos e operárias de *M. favosa orbigny* e *S. depilis*, entre

as operárias de *M. favosa orbignyi* e *S. depilis* e, entre todos os machos de *M. favosa orbignyi*, *S. depilis*, *E. violaceae*, *E. smaragdina* e *E. dentata*, através da aplicação da prova não paramétrica unilateral U de Mann –Whitney (Siegel 1981), TabelaS 23 e 24, sendo verificado que:

1. As comparações entre as operárias e os machos de *M. favosa orbignyi* mostraram resultados estatisticamente significativos para os dois índices considerados, à nível de 0,01; dessa forma, verifica-se que as operárias têm mais D.O., distribuídos de forma mais concentrada em seus segmentos antenais, do que naqueles dos machos;

2. para a espécie *Scaptotrigona depilis* não há diferenças estatísticas entre operárias e machos, no que diz respeito ao número de discos olfativos ($D.O./A^T$) e a sua distribuição no segmento ($D.O./a_E$), sendo portanto semelhantes em ambos os sexos, onde $a_E > a$ (diferentemente do que ocorre entre machos e operárias de *S. postica*; sendo que nos machos, com maior número de D.O. e com maior concentração, a área total de segmento $A^T = a_E$);

3. na comparação entre as operárias, as de *S. depilis* possuem maior número de D.O. com maior concentração no segmento (do que *M. favosa orbignyi*), resultado significativo;

4. As comparações de todos os machos entre si, mostraram as seqüências em ordem decrescente, para os valores de $D.O./A^T$ (*S. depilis*, *M. favosa orbignyi*, *E. violaceae*, *E. dentata* e *E. smaragdina*), e para os valores de $D.O./a_E$ (*S. depilis*, *E. violaceae*, *M. favosa orbignyi*, *E. dentata*, *E. smaragdina*); sendo que todas as comparações realizadas mostraram resultados estatisticamente significativos. Portanto, verificou-se que os machos Meliponina apresentaram maior número de D.O. do que os machos de Euglossina, distribuídos com maior concentração em seus segmentos antenais (do que nos euglossines, exceto *Eufriesea violaceae*).

Tabela 24. Valores de U obtidos através da prova não paramétrica de Mann-Whitney (unilateral), aplicada nas comparações dos caracteres D.O./A^T e D.O./a_E, que foram realizadas entre machos e operárias de *M. favosa orbigny* e *S. depilis* e entre as operárias de *M. favosa orbigny* e *S. depilis* e entre todos os machos de *M. favosa orbigny*, *S. depilis*, *E. violaceae*, *E. smaragdina* e *E. dentata*.

Comparações:		D.O./A ^T	D.O./a _E
♀ <i>M. favosa orbigny</i>	X ♂ <i>M. favosa orbigny</i>	α= 0,01*, U= 0	α= 0,01*, U= 0
♀ <i>S. depilis</i>	X ♂ <i>S. depilis</i>	não – signif., U= 36	não – signif., U= 45,5
♀ <i>M. favosa orbigny</i>	X ♀ <i>S. depilis</i>	α= 0,01*, U=7,5	α= 0,05*, U= 26
♂ <i>M. favosa orbigny</i>	X ♂ <i>S. depilis</i>	α= 0,01*, U= 0	α=0,01*, U= 0
♂ <i>M. favosa orbigny</i>	X ♂ <i>E. violaceae</i>	α= 0,05*, U= 22	α=0,01*, U= 0
♂ <i>M. favosa orbigny</i>	X ♂ <i>E. smaragdina</i>	α=0,01*, U= 0	α=0,01*, U= 0
♂ <i>M. favosa orbigny</i>	X ♂ <i>E. dentata</i>	α=0,01*, U= 0	α=0,01*, U= 0
♂ <i>S. depilis</i>	X ♂ <i>E. violaceae</i>	α=0,01*, U= 0	α=0,01*, U= 17,5
♂ <i>S. depilis</i>	X ♂ <i>E. smaragdina</i>	α=0,01*, U= 0	α=0,01*, U= 0
♂ <i>S. depilis</i>	X ♂ <i>E. dentata</i>	α=0,01*, U= 0	α=0,01*, U= 0
♂ <i>E. violaceae</i>	X ♂ <i>E. smaragdina</i>	α=0,01*, U= 0	α=0,01*, U= 0
♂ <i>E. violaceae</i>	X ♂ <i>E. dentata</i>	α=0,01*, U= 0	α=0,01*, U= 0
♂ <i>E. smaragdina</i>	X ♂ <i>E. dentata</i>	α=0,01*, U= 0,5	α=0,01*, U= 0

*: nível de significância (α) a 1% e 5%, Siegel (1981).

Na Tabela 25 e Figura 7, constam tanto os dados obtidos no presente trabalho (referentes aos índices $D.O./A^T$ e $D.O./a_E$ para machos e fêmeas das espécies de Euglossina e Meliponina), como também (para fins de comparação) os dados relativos aos mesmos caracteres obtidos por Moraes (1985 e 1988) em outras espécies à saber : machos e fêmeas de *Euglossa cordata* e *Eulaema nigrita*, machos e operárias de *Scaptotrigona postica* e *Melipona quadrifasciata*. Quanto ao índice $D.O./A^T$, verifica-se em ordem decrescente para os machos: *S. postica*, *E. cordata*, *S. depilis*, *M. favosa orbigny*, *E. violaceae*, *E. nigrita*, *E. dentata* e *E. smaragdina*; podendo-se sugerir três grupos (Tabela 25 e Figura 7, com valores de $D.O./A^T$ semelhantes), em relação aos machos, como segue:

- (1) *S. postica*, *S. depilis* (ambas altamente sociais) e *E. cordata*. (parasociais) - todas com cerca de 2 vezes mais D.O. do que os machos do grupo (2);
- (2) *M. favosa orbigny* (altamente social), *E. violaceae* e *E. nigrita* (parasociais)- com aproximadamente 2 vezes mais D.O. do que os machos do grupo 3.
- (3) *E. dentata* e *E. smaragdina* (ambas parasitas) apresentando os menores números de discos olfativos. Note-se que, quanto maior a especialização em atividades, também é maior a densidade dessas estruturas olfativas.

Ainda (Tabela 25 e Figura 7), deve-se atentar para a espécie *Euglossa cordata* (parasocial), que se destaca quanto ao número de D.O. (com o maior valor $D.O./A^T$ tanto para os machos como para as fêmeas), dentre os Euglossina citados, ficando quanto a esse caráter, junto com os machos de *Scaptotrigona* (constituindo assim o “primeiro grupo” com os maiores valores $D.O./A^T$). Por outro lado, os machos *E. cordata* ficam afastados dos demais Euglossina (sendo que, *E. violaceae* e *E. nigrita* com número intermediário de D.O. permanecem juntas; e ambas, por sua vez, estão separadas dos Euglossina parasitas com menores valores $D.O./A^T$ para os machos). Sugere-se então, que deve-se considerar espécies de Euglossina como por exemplo, *Exaerete dentata* e *Exaerete smaragdina* (ambas parasitas) *Eulaema nigrita* e *Eufriesea violaceae* (parasociais) sejam sazonais; enquanto que *Euglossa cordata* não segue esse padrão, ocorrendo em quase todo o período do ano e buscando outras fontes de alimento, quando estas não aparecem em determinado período, e por isso, poderia talvez, apresentar maior número de estruturas olfativas em relação aos demais Euglossina (Baletieri- informação pessoal).

Em relação às fêmeas verifica-se uma situação semelhante, sendo apenas acrescentado ao primeiro grupo, as *Melipona* – e, em conjunto, todas essas abelhas fêmeas apresentam cerca de 1,5 a 2,6 vezes maior quantidade de D.O. do que *E. nigrita* (que ficou sozinha no segundo grupo), Tabela 25 e Figura 7.

Em relação aos índices D.O./a_E os machos apresentam – se, em ordem decrescente: *E. cordata*, *S. depilis*, *E. violaceae*, *E. nigrita*, *M. favosa orbigny*, *E. smaragdina* e *E. dentata* (deve-se atentar para o fato de que, somente em *S. postica*, os discos olfativos ocupam toda a extensão dos segmentos antenais 2 ao 11 do macho, não havendo portanto, região sem D.O, ou seja, A^T = a_E) .

Tabela 25. Comparações referentes aos índices D.O./A^T e D.O./a_E, para machos e fêmeas, operárias das espécies de abelhas Euglossina e Meliponina estudadas.

	D.O./A ^T		D.O./a _E	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
<i>Euglossa cortada</i> *	1,60 ± 0,24	1,72 ± 0,23	3,07 ± 0,46	3,14 ± 0,40
<i>Eulaema nigrita</i> *	0,70 ± 0,10	0,66 ± 0,09	1,42 ± 0,19	1,31 ± 0,18
<i>Eufriesea violaceae</i>	0,78 ± 0,06	-----	1,52 ± 0,11	-----
<i>Exaerete dentata</i>	0,40 ± 0,01	-----	0,81 ± 0,02	-----
<i>Exaerete smaragdina</i>	0,36 ± 0,02	-----	0,72 ± 0,03	-----
<i>Scaptotrigona postica</i> * ▲	1,88 ± 0,09	0,98 ± 0,03	***	1,49 ± 0,08
<i>Scaptotrigona depilis</i> ▲	1,39 ± 0,19	1,33 ± 0,09	1,73 ± 0,21	1,70 ± 0,14
<i>Melipona quadrifasciata</i> * ▲	-----	1,25 ± 0,10	-----	1,73 ± 0,12
<i>Melipona favosa orbigny</i> ▲	0,84 ± 0,05	1,13 ± 0,12	0,96 ± 0,07	1,51 ± 0,15

* :Segundo Moraes (1985 e 1988)

***: Os D.O. ocupam toda a extensão do segmento antenal (portanto não há região sem discos; ou seja, A^T=a_E)

▲: operárias

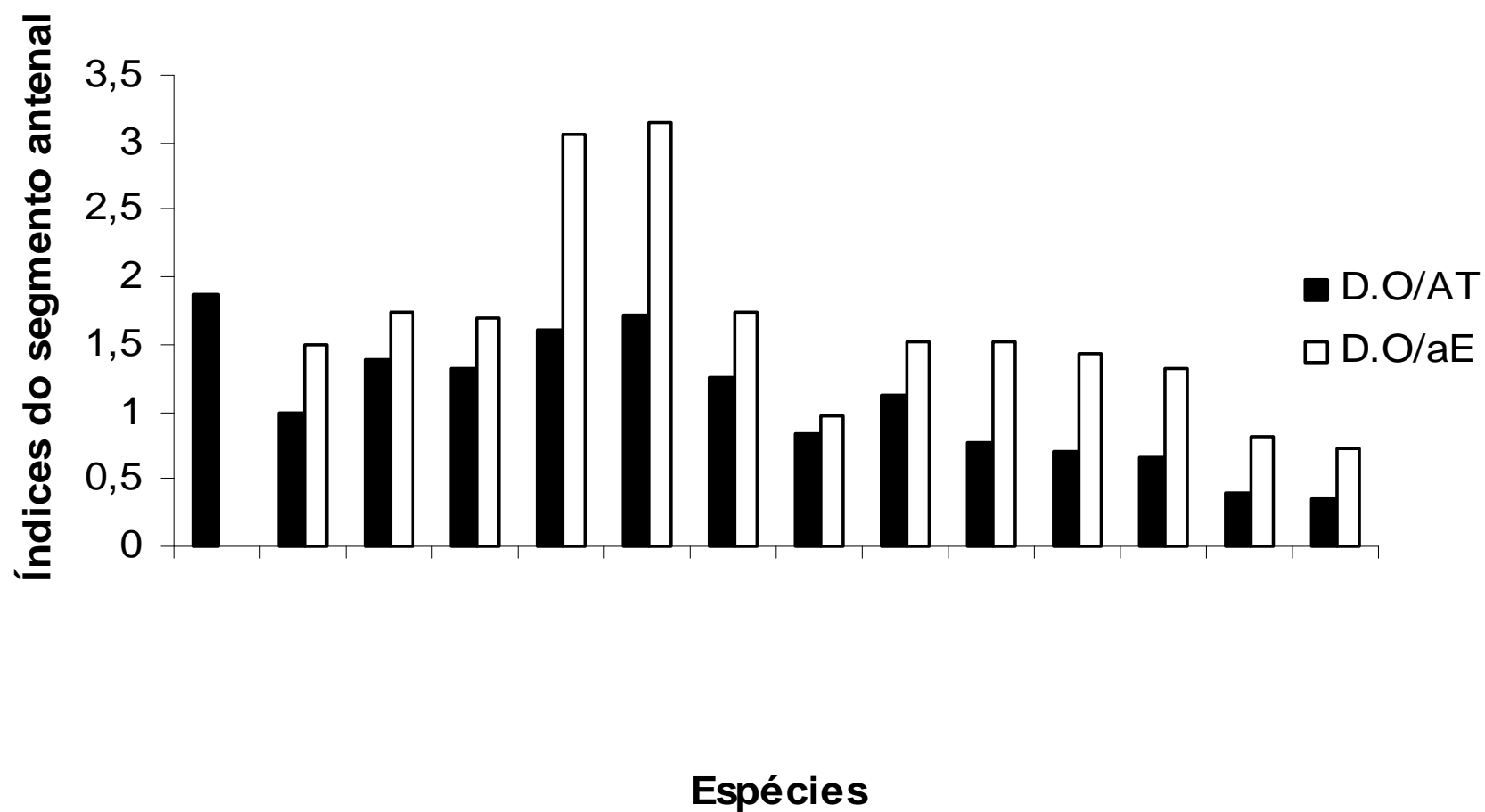


Figura 7. Dados referentes aos índices $D.O/A^T$ e $D.O/a_E$ para machos e operárias, das espécies de abelhas Euglossina e Meliponina estudadas e comparação dos dados relativos aos mesmos caracteres obtidos em outras espécies por Moraes (1985 e 1988).

Já em relação às fêmeas, *E. cordata* possui mais discos olfativos ($DO/A^T= 1,72 \pm 0,23$) muito mais concentrados em seus segmentos ($D.O./a_E= 3,14 \pm 0,40$), Tabela 25 - sendo abelhas de porte médio, com o tamanho aproximado ao das *Melipona* (que apresentam menor quantidade dessas estruturas, $D.O/A^T= 1,25 \pm 0,10$ para *M. quadrifasciata* e $1,13 \pm 0,12$ para *M. favosa orbigny*) e, pouco maiores do que as *Scaptotrigona* (que também tem menos discos, $D.O/A^T= 1,33 \pm 0,09$ para *S. depilis* e $0,98 \pm 0,03$ para *S. postica*). Essas estruturas olfativas estão mais concentradas nos segmentos de *M. quadrifasciata* e *S. depilis* (dentre as operárias Meliponina).

Assim, este trabalho teve como objetivo a obtenção de dados morfométricos dos segmentos antenais, informando sobre o seu tamanho total, como também quanto a relação entre a área com D.O. (a_E) e sem essas estruturas (a); além do número e da distribuição dos discos olfativos (respectivamente $D.O/A^T$ e $D.O/a_E$) – sendo que o referido estudo (parte de um projeto maior) é fundamental para auxiliar na compreensão de possíveis relações entre a densidade e distribuição dessas estruturas sensoriais antenais e o comportamento/atividades desempenhadas pelas abelhas no meio ambiente em que vivem (abelhas essas, com diferentes graus de socialidade e proporções totais, no tocante ao tamanho do corpo/antena, também diferentes).

Por fim, deve-se considerar a importância do papel sensorial dessas estruturas (discos olfativos), no desempenho das mais diversas atividades por parte das abelhas, como por exemplo, na detecção/seleção da fonte de alimento e na conseqüente polinização de muitas plantas (o que por sua vez, pode influenciar positivamente nas coletas de néctar e pólen, na produção de mel pelas abelhas, como também acarretando melhorias nas qualidades e quantidades da produção vegetal em decorrência da polinização efetuada pelas abelhas) – tarefa esta, fundamental para a manutenção e conservação da biodiversidade, tanto das plantas como também das abelhas relacionadas (visitantes florais).

7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. De maneira absoluta (Tabelas 1, 2), sem levar em consideração outros fatores como o tamanho total (área) do segmento antenal, as abelhas Euglossina apresentam mais discos olfativos (*sensilla placodea*) do que as Meliponina analisadas, listadas em ordem decrescente (quanto ao número absoluto de D.O.): *E. violaceae*, *E. dentata*, *E. smaragdina*, *Melipona favosa orbigny*, e *Scaptotrigona depilis*. Dentre os Meliponina, os machos e as operárias de *M. favosa orbigny* tem maior número absoluto de D.O. e, na comparação entre os sexos, os machos possuem mais D.O., em números absolutos.

2. Quanto aos caracteres A (largura total do segmento), D e E (ambos relativos ao comprimento do segmento), os maiores valores são apresentados pelos machos Euglossina, quando comparados com operárias e machos de Meliponina (♂ e ♀ de *Melipona favosa orbigny* $>$ ♂ e ♀ de *Scaptotrigona depilis*). Assim, nos machos de *Exaerete* (*E. smaragdina* e *E. dentata*) os segmentos são maiores, do que em *Eufriesea violaceae*; a qual possui os menores segmentos flagelares, dentre os Euglossina, (Tabela 10).

3. No que diz respeito às áreas do segmento antenal, idem ao verificado no item acima, podendo-se constatar (Tabela 18) que, em Euglossina, os machos apresentam a área total A^T muito maior do que Meliponina (onde *M. favosa orbigny* $>$ *S. depilis*). Os machos de *Exaerete smaragdina* possuem segmentos maiores do que *E. dentata* e, estes por sua vez, maiores do que *E. violaceae*. Dentre todas as espécies analisadas, os

Euglossina, mostram a área com estruturas olfativas (a_E , região frontal da antena) e a área sem esses D.O. (a) com tamanho semelhante, na proporção de 50 % cada; enquanto que nos Meliponina, $a_E > a$ (em cerca de 3 a 7 vezes).

4. Tabela 23. *S. depilis* (♂ e ♀ em ordem decrescente) mostram os maiores valores para os índices $D.OA^T$ (número de discos olfativos em proporção à área total do segmento) e $D.O./a_E$ (número de discos olfativos em relação à área do segmento que os contém). As operárias *M. favosa orbigny* têm esses valores bem maiores do que nos machos, indicando maior quantidade de D.O., com maior concentração no segmento. Dentre os Meliponina, na comparação entre as fêmeas, verificou-se que as operárias de *S. depilis* (abelhas de menor porte) têm mais D.O. mais concentrados (do que *M. favosa orbigny*). Dentre os Euglossina, os machos de *Eufriesea violaceae* (abelhas menores) têm mais D.O. do que *E. dentata* e *E. samaragdina* (porém, todos com os valores inferiores aos dos Meliponina).

5. Por fim, constatou-se que *S. depilis* (que foram as menores abelhas estudadas neste trabalho e, consideradas altamente sociais) têm, no geral, o maior número de discos olfativos (independente de seu tamanho menor, ou seja, proporcionalmente ao seu tamanho total do corpo), do que quando comparadas às também altamente sociais *M. favosa orbigny* (as quais, apesar de serem abelhas de maior porte, não possuem maior quantidade de D.O., não ocorrendo, portanto, a relação “maior tamanho/mais D.O.” – como foi sugerido inicialmente através do número absoluto desses discos olfativos, sem levar em consideração a área total do segmento). Ainda dentre os Euglossina, tem-se *Eufriesea violaceae* (abelhas parasociais, de porte geral próximo ao das *M. favosa orbigny*), com maior número de D.O. do que as *Exaerete* parasitas (mas que, muito embora sejam consideradas abelhas de grande porte, nem por isso possuem uma quantidade também maior de discos olfativos).

À medida que aumenta o grau de especialização das abelhas, por exemplo, no caso dos machos, verifica-se um aumento do número dos D.O. que tendem a ocupar área cada vez maior no segmento (até chegar ao extremo de *S. postica* e *A. mellifera*, onde os discos se distribuem de forma mais dispersa por toda a extensão do segmento antenal). Assim, nos machos de *S. depilis* (indivíduos com funções/atividades mais especializadas, considerados altamente sociais), os discos olfativos (em maior número) ocupam quase que toda a área do segmento antenal (ou seja, $a_E > a$); ao contrário dos

machos Euglossina (menos especializados; parasociais e parasitas), nos quais os D.O. em número menor ocupam apenas metade do segmento antenal, sempre em sua região frontal. E finalmente, ao comparar-se machos de *Scaptotrigona*, constatou-se que em *S. depilis* $a_E > a$ e, em *S. postica* $A^T = a$ (quer dizer, os discos olfativos ocupam toda a extensão do segmento, como ocorre em *A. mellifera*, espécies em que os machos são altamente especializados em suas funções biológicas).

8. Referências Bibliográficas

Ågren, L. 1977. Flagellar *sensilla* of some Colletidae (hymenoptera: Apoidea). Int. J. insect Morphol. & Embryol., 6 (3/4): 137-46.

Ågren, L. 1978. Flagellar *sensilla* of two species of *Andrena* (Hymenoptera: Andrenidae)

Bell, G., Le Febreve, L.: Giraudeau, A; Weary, D. 1984. Partial preference of Insects for the male flowers of an annual herb. Oecologia. 64: 287-294.

Cameron, D. 1981. Chemical signals in Bumble bee foraging. Behav. Ecol. Sociobiology. 9: 257-260.

Chapman, N. R. F. 1982. The insects: Structure and function. Cambridge, Havana University Press.

Chaud-Netto, J. 2000. Antennal Malformations in Light Ocelli Drones of *Apis mellifera* (Hymenoptera Apidae), Rev. Brasil. Biol., 60(1): 123-127).

Corbet, S. A., Kerlaske, C. J. C. , Brow, D. & Morland, N. E. 1984. Can bees select nectar- rich flower in a path. Journal of Apic. Res, 23: 234-42,.

Cruz-Landim, C. 1963. Estudo comparativo de algumas glândulas das abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e respectivas implicações evolutivas. Rio Claro, 88p. (Tese de Doutorado – F. F. C. L. de Rio Claro).

Cruz-Landim, C. 1965. Órgão tibial dos machos de Euglossini. Estudo ao microscópio óptico e Eletrônico. R. Brás. Bio., 25 (4): 323-41.

Cunha, R. A. 1969. Contribuição ao Conhecimento da Taxonomia de Meliponíneos (Hym.: Apidae). Rio Claro, 96 p. (Tese de Doutorado – F. F. C. L. e Rio Claro).

- Cunha, R. A. 1973. Da Taxonomia numérica de alguns Meliponinae (Hymenoptera, Apidae). *Ciência Biol. (Portugal)*, 1:25- 42.
- Dietz, A. & Humphreys, W. J. 1971. Scanning electron microscopic studies of antennal receptors of the worker honey bee, including *sensilla campaniformia*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 64 (4): 919-25.
- Dostal, B. 1958. Riechfähigkeit und zahl der riechsinneselemente bei der Honigbiene. *Z. Vgl Physiol*, 41: 179-203.
- Dressler, R. L. 1978. New species of *Euglossa* from México and Central America. *R. Biol Trop*, 26(1): 167-85.
- Dressler, R. L. 1982, a. New species of *Euglossa* II (Hymenoptera: Apidae) *R. Biol Trop* 30(2) 121-29.
- Dressler, R. L. 1982 b. New species of *Euglossa* III the *bursigera* species group. (Hymenoptera: Apidae) *R. Biol Trop*, 30 (2): 131-40.
- Dressler, R. L., 1982 c. New species of *Euglossa* IV the *cordata* and *purpura* species groups (Hymenoptera, Apidae) *R. Biol Trop*, 30 (2) 141- 50.
- Esslen, J. & Kaissling, K. E. 1976. Zahl und Verteilung antennaler Sensillen bei der Honigbiene (*Apis mellifera* L.). *Zoomorphologie*, 83:227-51.
- Fonta, C; Masson, C. 1982. Analises de l'équipament sensorial antennaire *Bombus hupnorum* L, *Apidologie*, 13 (3): 247-63.
- Frisch K. V. 1919. Über den geruchssinn der beiene und seine blutenbiologische bedeutung. *Zool., lahrb. Abt. Allgem.-Zool. Physiol. Tiere*, 37: 1-238.
- Frisch K. V. 1921. Über densitz der geruchsinnes bei Insecten. *Zool. Lahr. All. -Zool. Physiol. Tiere*, 38: 1-68.
- Frings, H. 1944. The loci of olfactory end- organs in the honeybee, *Apis mellifera* L. *J. exp. Zool.*, 97: 123-34.
- Gonçalves, L. S. 1970. Análise genética do cruzamento entre *Apis mellifera lingustica* e *Apis mellifera adansoni*. Escolha e análise genética de caracteres morfológicos da cabeça e do tórax. Ribeirão Preto. 142 p. (Tese de Doutorado- Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- USP).
- Gramacho, K. P.; Gonçalves, L. S.; Stort, A. C.; Noronha, A. B. 2003. Is the number of antennal plate organs (*sensilla placodea*) greater in hygienic than in non-hygienic Africanized honey bees? *Genet. Mol. Res.* 2 (3): 309-316.
- Kaissling, K. E. & Renner, M Specialized chemoreceptors in the pore plates of *Apis*. *Z. Vgl. Physiol.*, 59: 357-61, 1968.

- Kimsey, L. S. 1977. New species of bees in the genera *Euplusia* and *Eufriesea* (Hymenoptera: Apidae, Euglossini). Pan-Pac. Entomol. 53(1): 8-18,
- Kuwabara, M; Takeda, K. 1956. On the hygrosensor of the honeybee *Apis mellifera* Physiol. Ecol., 7: 1-6.
- Lacher, V. 1964. Elektrophysiologische Untersuchungen an einzelnen Rezeptoren für Geruch, Kohlendioxyd, Luftfeuchtigkeit und Temperatur auf den Anrtennen der Arbeitsbiene und der Drohne (*Apis mellifera* L.). Z Vgl. Physiol., 48: 587-623.
- Marden, J. H. 1984. Remote perception of the floral nectar by bumblebees. Oecologia, 64:232-240.
- Mc Indoo, N. E. 1922. The auditory sense of the honeybee. J. Com. Neurol., 34: 173-99,
- Michenner, C. D. 1969. Comparative social behavior of bees. Annu. Rev. Entomol., 14: 299 -342.
- Michenner C. D. 1974. The social behavior of the bees. A comparative study. The Belknap Pres, Harvard Univ, 404p.
- Michener, C. D. 2000. The Bees of the World. University of Kansas Natural History Museum and Depart. of Entomology.
- Moraes. M. M. B. 1985. Estudo das antenas e das Estruturas Sensoriais Antenais de *Eulaema nigrita* e de *Euglossa cordata* (Hymenoptera Apidae). Rio Claro 103 p (Dissertação de Mestrado-Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade de Rio Claro).
- Moraes M. M. B. 1988. Estudo morfológico e genético das antenas de abelhas da família Apidae (Hymenoptera, Apoidea). Rio Claro, 203p. + 116 p.
- Moure, J. S. 1950. Contribuição para o conhecimento do gênero *Eulaema lepeletier* (Hymenoptera, Apoidea).
- Moure, J. S.; Nogueira-Netto, P. & Kerr. W. E. 1958. Evolutionary problems among Meliponinae (Hym., Apidae). Proc. Tenth Int. Congr. Ent. 2: 481-93.
- Moure, J. S. 1965. Some new of Euglossinae bees (Hymenoptera: Apidae) J. Kansas Entomol. Soc, 38: 266- 77.
- Moure, J. S. 1970. The species of Euglossinae bees of Central América belonging to the Subgenees *Euglossella* (Hymenoptera, Apidae). An Acad. Bras. Ci., 42 (1): 147-57.
- Nogueira- Netto. P. 1969. Início da Apicultura no Brasil. Bol. Secr. Agri. Estado São Paulo: 5-14.
- Panizzi, A.R & Parra, J.R.P, 1991- Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo: Manole Ltda., 347 p.

- Pisani, J. F; Kerr, W. E; Cunha, R. 1969. A Estrutura multidimensional dos Meliponíneos. *Acta Amazônica*, 7 (2): 233-45.
- Pisani, J. F; Kerr, W. E; Cunha, R. 1976. Estrutura multidimensional dos Meliponíneos. *Acta Amazônica*, 7 (2): 233-45.
- Ribbands, C.R the scent perception of the honeybee. *Proc. Roy Soc. London B*, 143: 367-79, 1955.
- Sakagami, S. F., 1967. Two Brazilian Apid nests worth recording in reference to comparative Bee sociology, with description of *Euglossa melanotricha* Moure sp. N. (Hymenoptera, Apidae). *Annot. Zool. Jap*, 40 (1): 445-54,
- Schneider, D. & Steinbrech, R. A. 1968. Checklist of insect olfactory *sensilla*. *Symp. Zool. Soc. London*, 23: 279-97.
- Schenk, O. 1903. Die antennalen Hautsinnesorgane einiger Lepidopteren um Hymenopteren mit Berücksichtigung der sexuellen Unterschiede. *Zool. Jalbiv.* 17: 573-618.
- Siegel, S. 1979. Estatística não- paramétrica – Para as Ciências do Comportamento. Editora McGraw – Hill do Brasil Ltda.,
- Siegel, S. 1981. Estatística não- paramétrica – Para as Ciências do Comportamento. Editora McGraw – Hill do Brasil Ltda.
- Silva de Moraes, R. L. M.; Cruz-Landim, C. 1972. Estudo Comparativo de órgãos sensoriais em abelhas com diferentes tipos de comunicação. *R Brás. Biol.* 32 920: 185-96.
- Silva de Moraes, R. L. M.; Cruz-Landim, C. 1976. Da estrutura dos sensillos placóides das antenas de *Melipona quadrifasciata anthidioides* Lep., *Dusenía*, 9 (4): 131-8.
- Silveira, F. A; Melo G. A. R; Almeida. E. A. B. 2002. Abelhas Brasileiras Sistemática e Identificação. 1ª edição, Belo Horizonte.
- Slifer, H. E. & Sehkon, S. S. 1960. Fine structure of the organs on the antennal flagellum of the honey *Apis mellifera* Linnaeus. *Exp. Cell. Res.*, 19:410-14.
- Slifer, H.E. 1969. Sense organs on the antenna of a parasitic wasp, *Nasonia vitripennis* (Hymenoptera, Pteromalidae). *Biol. Bull.*, 253-63.
- Slifer, H. E. & Sehkon, S. S. 1961. Fine structure of the sense organs on the antennal flagellum of the honey bee *Apis mellifera* Linnaeus. *J. Morphol.*, 109:351-58.
- Slifer, E. H. 1969. The thin-walled olfactory sense organs on insect antennae. In: *Insects and Physiology* (J. W. L. Beament and J. E. Treherne eds.). Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh, 233-45. *apud Biol. Bull.*, 136: 253.

- Slifer, E. H. 1970. The structure of arthropod chemoreceptors. *An. Rev. Entomol.*, 15: 121-42.
- Snodgrass, R. E. 1935. Principles of insect morphology. New York and London, McGraw-Hill Book company, 667p.
- Snodgrass, R. E. 1956. Anatomy of the honey bee. Ithaca, New York, Comstock Publishing Associates, 334p.
- Standifer, L. N., Hull, H. M. & Bleckmann, C. A. 1978. Worker honeybee antenna and mandible seen through the scanning electron microscope. *Bee World*, 59 (3): 101-4.
- Stort, A. C. 1971. Estudo genético da agressividade da *Apis mellifera*. Araraquara, 166p. (Tese de Doutorado- F.F.C. L. de Araraquara).
- Stort, A. C. 1979 a. Estudo genético de caracteres morfológicos e suas relações com o comportamento de defesa de gênero *Apis*. Rio Claro. (Tese de Livre- Docência- Unesp) 179 p.
- Stort, A. C; Barelli, N. 1981a. Antennal sensory structures of *Scaptotrigona postica* (Hymenoptera, Apidae). *J. Kansas Entomol. Soc.*, 54 (4): 751-56.
- Stort, A. C; Barelli, N. 1981 b. Genetic study of olfactory structures in the antennae of two *Apis mellifera* subspecies. *J. Kansas Entomol. Soc.*, 54 (2) 940:352-8.
- Stort, A. C; Chaud-Netto J. 1980. Estruturas sensoriais e atividade de vôo em abelhas africanizadas (*Apis mellifera adansonii*). *R. Brás. Biol*, 40 (4): 717- 20.
- Stort, A. C; Malaspina, O. 1980. Comparação do número de estruturas sensoriais em machos de duas subespécies de *Apis mellifera*. *Dusenya, Curitiba*, 12 (2): 51-6.
- Vogel, R. 1921. Zur Kenntnis der Geruchsorgane von Wespen und Bienen. *Zool. Ang.*, 53: 20-8.
- Yokohari, F. 1921. The coelocapitular sensillum, na antennal hygro- and thermoreceptive sensillum of the honey bee, *Apis mellifera* L.. *Cell Tissue Res.*, 233: 355-65.
- Yokohari, F.; Tominaga, Y. & Takeda, H. 1982. Antennal hygroreceptors of the honey bee, *Apis mellifera* L.. *Cell Tissue Res.*, 226:63-73.
- Zucchi, R., 1969 a. Biological observations on a Neotropical parasocial bee, *Eulaema nigrita*, with a review on the biology of Euglossinae (Hymenoptera, Apidae). *J. Fac. Sci., Hokkaido Univ. (Ser. VI), Zool.*, 17 (2): 271 -380.
- Zucchi, R. 1969 b. Notas bionômicas sobre *Euglossa (Glossura) intersecta* Latreille. 1838 e descrição de suas larvas e pupa (Euglossini, Apidae). *B. Univ. Fed. Paraná. – Zool.*, 3 (9): 203-24.
- Zucchi, R. 1973. Aspectos bionômicos de *Exomalopsis aureopilosa* e *Bombus atratus* incluindo considerações sobre a evolução do comportamento social (Hym., Apoidea). Ribeirão Preto, 172p. (Tese de Doutorado – F. F. C. L. de Ribeirão Preto)