

**GABRIEL ANTÔNIO REZENDE DE PAULA**

**EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO DE HABITATS SOBRE  
ASSEMBLÉIAS DE ABELHAS: COMPARAÇÃO ENTRE PADRÕES  
DE ABUNDÂNCIA E BIOMASSA**

**Dissertação apresentada à Coordenadoria do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área e Concentração em Entomologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.**

**CURITIBA**

**2009**

**GABRIEL ANTÔNIO REZENDE DE PAULA**

**EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO DE HABITATS SOBRE  
ASSEMBLÉIAS DE ABELHAS: COMPARAÇÃO ENTRE PADRÕES  
DE ABUNDÂNCIA E BIOMASSA**

**Dissertação apresentada à Coordenadoria do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área e Concentração em Entomologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.**

**Orientador: Gabriel A. R. de Melo**

**CURITIBA**

**2009**

GABRIEL ANTÔNIO REZENDE DE PAULA

“EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO DE HABITATS SOBRE ASSEMBLÉIAS DE ABELHAS: COMPARAÇÃO ENTRE PADRÕES DE ABUNDÂNCIA E BIOMASSA”

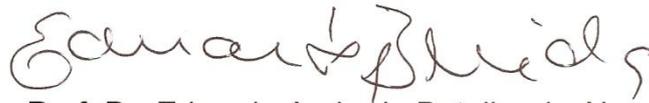
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de “Mestre em Ciências Biológicas”, no Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Prof. Dr. Gabriel Augusto Rodrigues de Melo (Orientador)  
(UFPR)



Prof. Dr. Maurício Osvaldo Moura  
(UNICENTRO/PR)



Prof. Dr. Eduardo Andrade Botelho de Almeida  
(UFPR)

Curitiba, 19 de fevereiro de 2009.

*A Deus por me impor além de meus limites;  
e aos meus pais e irmão, pelo apoio e compreensão.*



*“Isso de querer ser exatamente o que se é  
ainda vai nos levar além.”*

**Paulo Leminski**

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Gabriel A. R. de Melo, pela receptividade, oportunidade de estudo, compreensão e incentivo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia, Universidade Federal do Paraná, pela infra-estrutura e possibilidade de trabalho; e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Dra. Danúncia Urban e Dr. Maurício O. Moura, pelo carisma e predisposição, aos quais recorri e foram de grande importância para a realização deste trabalho.

À Prof. Dra. Mirna M. Casagrande e ao Prof. Dr. Olaf Mielke pela orientação em minha prática de docência.

Aos titãs: Nuno, Antônio Aguiar, Aline, Dani e Paschoal, pelo incentivo inicial e convívio. Assim como aos mais recentes colegas frequentadores da sala 359, Andressa e Eduardo Almeida, cujo apoio e auxílio foram fundamentais nas etapas finais.

À “Seleção dos Laranjas Falcatrua”! Amigos os quais conseguiram em tão pouco tempo se tornar uma parte significativa de minha história: Alexandre, Anderson, André, Caito, Ciça, Danilo, Elaine, *Kérõl*, Leivas, Marina, Mila, Netão, Thiago e Patytrusa (como intrusa, para não sair da rotina).

Aos amigos que já conheciam os meus passos, LÍlian, Ludmila, Flaviane, Wendel, Kátia, Edwiges, Marina, Michelle, Ana Paula, Letícia e Kisla;

Aos meus pais, Luzia e César, e ao meu irmão, Rafael, que mesmo distantes sempre souberam direcionar todo o apoio e orientação necessários. Se hoje caminho... É porque me ensinaram a andar...

Não posso evitar em agradecer à existência do “Indie Rock”, meu refúgio e lazer... Escape fundamental para os dias de sobrecarga.

E em especial, ao meu irmãozin Lucas e à Jana! Descrever algo... O que fosse... Seria muito limitante perto de tudo o que eles são.

E ao fim, põe estes dias às mãos de Deus. Tive meus tropeços, dei meus saltos, e agora estou aqui... Onde nada realmente importa muito, pois há paz: “Olhai os lírios do campo...”

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	x
<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	3
<b>2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS</b> .....	8
<b>2.1. Objetivo Geral</b> .....	8
<b>2.2. Objetivos Específicos</b> .....	8
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
<b>3.1. Origem das Amostras Estudadas</b> .....	10
<b>3.2. Indivíduos Considerados no Estudo</b> .....	11
<b>3.3. Estimativas do Peso Seco</b> .....	13
3.3.1. Obtenção da Equação de Estimativa Geral ( <i>PS</i> x <i>Medida Morfológica</i> ) .....	13
3.3.2. Obtenção da Equação de Regressão $PS_f$ x $PS_m$ .....	18
<b>3.4. Sazonalidade e Estimativa do Peso Seco em <i>Bombus</i></b> .....	19
<b>3.5. Procedimentos Referentes às Análises Comparativas à Biomassa</b> .....	21
3.5.1. Levantamento de Dados.....	21
3.5.2. Estimativa da Biomassa e Abundância Comparável .....	22
3.5.3. Análise de Dados.....	24
3.5.4. Inclusão de <i>Apis mellifera</i> .....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>4.1. Estimativa do Peso Seco</b> .....	26
4.1.1. Obtenção da Equação de Estimativa Geral ( <i>PS</i> x <i>Medida Morfológica</i> ) .....	26
4.1.2. Obtenção da Equação de Regressão $PS_f$ x $PS_m$ .....	31
<b>4.2. Sazonalidade e Estimativa do Peso Seco em <i>Bombus</i></b> .....	32
4.2.1. Sazonalidade em <i>Bombus bellicosus</i> .....	32
4.2.2. Sazonalidade em <i>Bombus morio</i> .....	36
4.2.3. Sazonalidade em <i>Bombus pauloensis</i> .....	38
4.2.4. Estimativa do Peso Seco em <i>Bombus</i> .....	39
<b>4.3. Estabelecimento das Classes</b> .....	41

4.3.1. Classes de Peso Seco .....	41
4.3.2. Classes de Abundância Comparável .....	43
4.3.3. Divisões das Classes de Biomassa .....	43
<b>4.4. A Assembléia de Apidae sob a Perspectiva da Biomassa .....</b>	<b>46</b>
4.4.1. Variações na Abundância Comparável.....	46
4.4.2. Variações na Biomassa .....	49
4.4.3. Relação entre as Mudanças Temporais e a Frequência entre as Classes .....	54
<b>4.5. Inclusão de <i>Apis mellifera</i>.....</b>	<b>57</b>
4.5.1. Estimativa da Abundância e Biomassa de <i>Apis mellifera</i> .....	57
4.5.2. Mudanças na Abundância Comparativa .....	57
4.5.3. Considerações sobre as mudanças proporcionadas pela adição de <i>A. mellifera</i> .....	63
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>
<b>Anexo 1 .....</b>	<b>72</b>
<b>Anexo 2 .....</b>	<b>81</b>
<b>Anexo 3 .....</b>	<b>82</b>
<b>Anexo 4 .....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Fotografias aéreas do entorno ao Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná. Em a) 1963; b) 1980 e c) 2004. Nota-se a perda das áreas naturais para a construção civil ou cultivo (IDU – Instituto de Desenvolvimento Urbano de São José dos Pinhais, extrato de imagem Quickbird II). Nota-se a expansão das áreas com construções antrópicas e consequente redução das áreas naturais ..... 12
- Figura 2** – Fotografias de alguns dos indivíduos amostrados em Almirante Tamandaré, Paraná, demonstrando as medidas selecionadas: a) LC – largura da cabeça; b) DIT – distância intertegular; c) CM – comprimento do mesoscuto; d) CCM – comprimento da célula marginal; e) CPA – comprimento parcial da asa e f) CDA – comprimento diagonal da asa..... 16
- Figura 3** – Indivíduos amostrados em Almirante Tamandaré, Paraná, e acondicionados em caixas acrílicas gabaritadas. A coleta foi direcionada à busca de tamanhos diversificados de abelhas. .... 17
- Figura 4** - Diagramas de Dispersão entre  $\ln$  de PS (mg) e o  $\ln$  das respectivas medidas morfológicas (mm); a – distância intertegular, b – comprimento do mesoscuto (CM), c – largura da cabeça (LC)..... 29
- Figura 5:** Diagramas de Dispersão entre  $\ln$  de PS (mg) e o  $\ln$  das respectivas medidas morfológicas (mm); a – comprimento diagonal da asa (CDA), b – comprimento parcial da asa (CA), e c – comprimento da célula marginal (CCM)..... 30
- Figura 6:** Diagrama de Dispersão dos valores transformados ( $\ln$ ) da média do  $PS_m$  pela média do  $PS_f$  ( $\mu\text{g}$ ) de 132 espécies de abelhas..... 32
- Figura 7:** a – Diagrama de dispersão; b – Abundância Relativa e c – PS relativo de *B. bellicosus* ..... 35
- Figura 8:** a – Diagrama de dispersão; b – Abundância Relativa e c – Peso Seco relativo de *B. morio* ..... 37
- Figura 9:** a – Diagrama de dispersão; b – Abundância Relativa e c – PS relativo de *B. pauloensis*. .... 40
- Figura 10:** Porcentagem relativa de cada subfamília a a) abundância comparável e a b) biomassa durante os três levantamentos ..... 51

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Comparação entre riqueza e abundância por subfamília nos três estudos realizados em São José dos Pinhais, excluindo dados sobre <i>Apis mellifera</i> . Baseada em MELO <i>et al.</i> (2006).....	11
<b>Tabela 2.</b> Espécies mencionadas em algum dos três levantamentos sistematizados nas áreas do Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná, e não encontradas na Coleção Padre Jesus Santiago Moure (DZUP) .....	22
<b>Tabela 3.</b> Razões entre o número de indivíduos por táxon e o respectivo tempo total de coleta pelo levantamento sistematizado .....	23
<b>Tabela 4.</b> Valores de n amostral, média ( $\bar{x}$ ), coeficiente de variação ( $cv$ ), mínimo ( $x_1$ ), máximo ( $x_2$ ) e desvio padrão ( $s$ ) relacionados às medidas morfológicas referentes aos indivíduos amostrados para os estudos de regressão em Almirante Tamandaré, Paraná. ...	26
<b>Tabela 5.</b> Equações obtidas através das análises de regressão entre o PS e as demais medidas morfológicas.....	26
<b>Tabela 6.</b> Resumo numérico sobre os valores referentes ao PS de machos e fêmeas das espécies utilizadas para a Análise de Regressão .....	31
<b>Tabela 7.</b> Peso Seco e Porcentagem Relativa das Castas e Sexos em <i>B. bellicosus</i> .....	33
<b>Tabela 8.</b> Peso Seco e Porcentagem Relativa das Castas e Sexos em <i>B. morio</i> .....	36
<b>Tabela 9.</b> Peso Seco e Porcentagem Relativa das Castas e Sexos em <i>B. pauloensis</i> .....	38
<b>Tabela 10.</b> Peso Seco e Porcentagem Relativa das castas e sexos em <i>Bombus</i> .....	39
<b>Tabela 11.</b> Distribuição dos gêneros dentre as classes de peso seco em nível de subfamília e família. ....	42
<b>Tabela 11. (Continuação)</b> Distribuição dos gêneros dentre as classes de peso seco em nível de subfamília e família. ....	43
<b>Tabela 12.</b> Frequência relativa do número de gêneros por classe de abundância relativa. Constando as abelhas amostradas em cada um dos levantamentos sistematizados (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná). ....	44
<b>Tabela 13.</b> Frequência relativa do número de gêneros por classe de biomassa relativa. Constando as abelhas amostradas em cada um dos levantamentos sistematizados (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná).....	45

<b>Tabela 14.</b> Mudanças nos valores de abundância comparável ( <i>i/h</i> ) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos .....	46
<b>Tabela 15.</b> Valores de Abundância Comparável ( <i>i/h</i> ) e a sua porcentagem relativa por subfamília aos respectivos levantamentos (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná) .....	47
<b>Tabela 16.</b> Variação total nos valores de abundância comparável ( <i>i/h</i> ) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos para as subfamílias .....	47
<b>Tabela 17.</b> Oito gêneros de maior abundância comparável dentre os três levantamentos realizados (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná) .....	48
<b>Tabela 17. (Continuação)</b> Oito gêneros de maior abundância comparável dentre os três levantamentos realizados (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná) .....	49
<b>Tabela 18.</b> Valores de Biomassa (mg/h) e a sua porcentagem relativa por subfamília aos respectivos levantamentos (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná) ....	49
<b>Tabela 19.</b> Valores de Biomassa (mg/h) e a sua porcentagem relativa aos respectivos levantamentos .....	50
<b>Tabela 20.</b> Variação total nos valores de biomassa (mg/h) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos para as subfamílias .....	52
<b>Tabela 21.</b> Oito gêneros de maior biomassa dentre os três levantamentos realizados (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná) .....	53
<b>Tabela 22.</b> Estimativa da abundância de <i>A. mellifera</i> .....	57
<b>Tabela 23.</b> Variação total nos valores de abundância comparável ( <i>i/h</i> ) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos com a inclusão dos valores estimados para <i>A. mellifera</i> .....	57
<b>Tabela 24.</b> Valores de abundância comparável ( <i>i/h</i> ) e a sua porcentagem relativa ao respectivo levantamento incluindo <i>A. mellifera</i> .....	58
<b>Tabela 25.</b> Variação total nos valores de abundância comparável ( <i>i/h</i> ) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos .....	58
<b>Tabela 25. (Continuação)</b> Variação total nos valores de abundância comparável ( <i>i/h</i> ) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos .....	59
<b>Tabela 26.</b> Os oito gêneros de maior abundância ( <i>i/h</i> ) comparável quando adicionada <i>A. mellifera</i> .....	59
<b>Tabela 26. (Continuação)</b> Os oito gêneros de maior abundância ( <i>i/h</i> ) comparável quando adicionada <i>A. mellifera</i> .....	60

<b>Tabela 27.</b> Variação total nos valores de biomassa (mg/h) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos, com a inclusão de <i>A. mellifera</i> .....	60
<b>Tabela 28.</b> Valores de biomassa (mg/h) por subfamília e a sua porcentagem relativa ao respectivo levantamento, considerando-se os valores estimados para <i>A. mellifera</i> .....	61
<b>Tabela 29.</b> Variação total nos valores de biomassa (g/h) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos para as subfamílias .....	61
<b>Tabela 29. (Continuação)</b> Variação total nos valores de biomassa (g/h) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos para as subfamílias .....	62
<b>Tabela 30.</b> Os sete gêneros de maior biomassa considerando-se <i>A. mellifera</i> .....	62
<b>Tabela 30. (Continuação)</b> Os sete gêneros de maior biomassa. considerando-se <i>A. mellifera</i> .....	63

## RESUMO

O estudo foi realizado considerando 286 espécies de abelhas, distribuídas em 56 gêneros, mencionadas em três levantamentos sistematizados consecutivos realizados em uma área adjacente ao Aeroporto Afonso Pena de São José dos Pinhais, Paraná. A maioria dos gêneros amostrados em Apinae possui indivíduos com peso seco médio a elevado, baixas biomassa e abundância; em Halictinae são mais frequentes os gêneros de peso seco baixo a médio, sendo dominantes a intermediários e com biomassa média a intermediária; em Andreninae, os gêneros também se concentram nas classes de peso seco baixo a médio, contudo, são ocasionais ou raros e de biomassa média a baixa; a maioria dos gêneros de Colletinae possui peso seco médio a médio superior, sendo raros e intermediários com biomassa baixa à média; e todos os gêneros em Megachilinae possuem peso seco elevado, sendo intermediários e raros, e de biomassa baixa a média.

Há uma acentuada queda entre o primeiro e o último levantamento quanto ao número de indivíduos amostrados por hora e à biomassa, o que pode ser uma consequência da fragmentação do habitat. O segundo levantamento parece representar uma alteração transiente, com maior concentração de gêneros dentre as classes inferiores de abundância e biomassa, o que foi melhor evidenciado observando-se as frequências das classes de biomassa.

Grupos diferentes de gêneros quanto ao seu peso seco, abundância ou biomassa possuíram variações similares durante os anos de coleta e táxons com peso seco elevado não foram necessariamente os mais susceptíveis. Apinae e Halictinae foram as duas subfamílias de maior biomassa, abundância comparável e que sofreram as maiores quedas percentuais entre o primeiro e o último levantamento, enquanto Megachilinae e Andreninae apresentaram a menor queda percentual quanto à abundância e à biomassa, respectivamente.

O presente estudo possibilitou também o desenvolvimento de novas metodologias para a estimativa do peso seco em Apidae baseado na utilização de seis medidas morfológicas (distância intertegular, largura da cabeça, comprimento do mesoscuto, comprimento da asa, comprimento diagonal da asa e comprimento da célula marginal) e a ampliação do conhecimento sobre a sazonalidade em *Bombus bellicosus*, *B. morio* e *B. pauloensis*. Além da constatação de que a constante exclusão de *A. mellifera* em estudos ecológicos pode ter consequências ao modo de se caracterizar uma comunidade.

## ABSTRACT

The study was accomplished considering 286 species of bees, distributed in 56 genera, mentioned in three consecutive standardized samplings from an area adjacent to the Aeroporto Afonso Pena of São José dos Pinhais, Paraná. Most of the genera sampled of Apinae possess medium or high dry weight specimens, low biomass and comparative abundance; low or medium dry weight genera are more frequent on Halictinae, being dominants or middlemen and with middlemen to media biomass; in Andreninae, the genera also concentrate on the low to the medium dry weight classes, however, they are occasional or rare and of low to medium biomass class; almost of all genera of Colletinae are medium to upper medium dry weight, being rares and middlemen with low to media biomass. Megachilinae possess high dry weight genera, being rares to intermediate, and with low biomass to media.

Considering the biomass and abundance of the specimens per hour there was a great decrease between the first and the last samples, what should be a consequence of the habitat fragmentation. The second study seems to represent a transient alteration, appointed by the high accumulation of genera between the inferior classes of abundance and biomass. This consideration is better insight by the frequencies of the biomass classes.

Distinct groups of related genera as for their dry weight, abundance or biomass demonstrated similar variations during the years of study. Furthermore, the taxons with high dry weight weren't necessarily the most susceptible. Apinae and Halictinae were the two subfamilies of higher biomass, comparable abundance and that they suffered the largest percentile falls between the first and the last studies. Megachilinae and Andreninae presented to smallest percentile fall related to biomass and comparable abundance, respectively.

The present study also made possible the development of new methodologies for the estimate of the dry weight in Apidae based on the use of six morphologic measures (intertegular span, width of the head, length of the mesoscutum, partial length of the wing, diagonal length of the wing and length of the marginal cell) and the enlargement of the knowledge on the *Bombus bellicosus*, *B. morio* and *B. pauloensis* phenology. Besides the verification that the constant exclusion of *A. mellifera* in ecological studies can have consequences to the way of characterizing a community.

## 1. INTRODUÇÃO

Um problema central na Ecologia é predizer a diversidade das comunidades (HOCHBERG *et al.* 1992). A riqueza de espécies e a variabilidade genética estão intimamente relacionadas com as características da paisagem e a complexidade da estrutura do habitat é considerada um importante fator que influencia a dinâmica das populações, a acumulação e conservação de organismos no ecossistema (BARBAULT 1995, BELL *et al.* 2000, COELHO & RIBEIRO 2006, DANGERFIELD *et al.* 2003, EGGLETON *et al.* 2005, KRUESS 2003, LANGELLOTTO *et al.* 2004).

Os insetos e outros invertebrados podem ser os organismos mais importantes para a manutenção de processos vitais nos ecossistemas tropicais. Entretanto, o elo entre a estrutura do ambiente e a biodiversidade desses animais tem recebido pouca atenção (HUMPHREY *et al.* 1999, LIOW *et al.* 2001). Uma exceção compreende os estudos sobre a abundância e diversidade de insetos que visitam flores (CHACOFF & AIZEN 2006), os quais são principalmente representados pelos Hymenoptera Apoidea, possivelmente relacionados à evolução e diversificação das angiospermas (SILVA-PEREIRA & SANTOS 2006). Estas plantas correspondem a cerca de um sexto de todas as espécies descritas, e os insetos a aproximadamente dois terços das mesmas. As interações entre estes dois grupos de organismos são componentes predominantes do ecossistema terrestre, e dentre elas, a polinização relaciona cerca de duzentas e cinquenta mil espécies de angiospermas a um número similar de insetos (WARSE 2006).

Dentre os Apoidea, as abelhas (Apidae) são os indivíduos mais especializados na polinização (DANFORTH *et al.* 2006), fecundando entre 60 e 70% das espécies de plantas que florescem, auxiliando a produção de sementes nas florestas tropicais (LARSEN *et al.* 2005) e nas plantações de aproximadamente dois terços do mundo (EWERS & DIDHAM 2005, RICKETTS 2004). A maioria das angiospermas depende mais desses insetos para sua polinização do que de fatores abióticos como o vento e a água, e nenhuma tecnologia atual pode substituir totalmente este importante serviço ambiental (WARSE 2006). Dessa forma, o crescente interesse pelas espécies de abelhas é principalmente devido aos importantes serviços por elas promovidos. Neste sentido, pesquisas têm sido realizadas com o intuito de investigar os diversos impactos aos quais elas estão sujeitas e gerar subsídios para sua conservação (CHACOFF & AIZEN 2006, KLEIN *et al.* 2006, MELO *et al.* 2006).

Todas as dezesseis mil espécies de abelhas descritas, inclusive as cleptoparasitas, dependem de alguma forma dos produtos das angiospermas, tais como óleos florais (para a nutrição das larvas), pólen e néctar (para o desenvolvimento e para a nutrição dos adultos), ceras e perfumes florais (atrativos sexuais), e resinas (para a construção de ninhos) (DANFORTH *et al.* 2006, MINCKLEY *et al.* 1999, WCISLO & CANE 1996). Por essa razão, a fragmentação do habitat natural tem sido uma das maiores causas do declínio nas biodiversidades local e global, principalmente das assembléias de Hymenoptera-Apidae (CHACOFF & AIZEN 2006, KLEIN *et al.* 2006, MELO *et al.* 2006, TYLIANAKIS *et al.* 2006).

A fragmentação é um fenômeno de impacto disruptivo na biodiversidade devido à subdivisão ou quebra na continuidade do habitat original por algum processo, geralmente de interferência antrópica. Resulta na formação de ilhas ecológicas (ambientes favoráveis), circundadas por um habitat inadequado ou inabitável, a matriz antrópica, que corresponde a áreas de pastagem, de cultivo ou urbanas (CANE 2001, CHACOFF & AIZEN 2006, EWERS & DIDHAM 2005, LARSEN *et al.* 2005). Tais alterações na paisagem determinam uma série de mudanças nas condições abióticas, que podem estimular modificações diretas no componente biótico (RAMOS & SANTOS 2006). O isolamento temporal e espacial quebra os padrões de distribuição dos organismos, geralmente reduzindo a fonte de recursos disponíveis, alterando a dinâmica metapopulacional, com efeitos negativos na abundância e diversidade genética, contribuindo para o declínio de muitas espécies (EWERS & DIDHAM 2005, KLEIN *et al.* 2006; RAMOS & SANTOS 2006).

O habitat para a maioria dos polinizadores deve ser constituído, no mínimo, por porções com umidade elevada, temperaturas amenas e baixa intensidade luminosa, recursos florais, para consumo próprio dos adultos e para manutenção dos ninhos e locais com textura, inclinação e cobertura vegetal apropriadas para a nidificação, como solo e ocos de madeira, às vezes de diâmetro e profundidade específicos, e materiais próprios para a construção, como folhas, areia e resinas (CANE 2001, LIOW *et al.* 2001, MATHESON *et al.* 1996, SILVA-PEREIRA & SANTOS 2006).

Além disso, muitas espécies são exigentes quanto à fonte de pólen, que pode corresponder a poucos gêneros de plantas particularmente relacionados (CANE 2001); e indivíduos cleptoparasitas dependem da presença de seus hospedeiros específicos para sua reprodução (MELO *et al.* 2006). A perda desses requisitos, amplamente afetados pelos distúrbios antrópicos, pode resultar em extinção da população local, persistência ou

proliferação de polinizadores Hymenoptera (CANE 2001, MATHESON *et al.* 1996, MELO *et al.* 2006, SAMEJINA *et al.* 2004, TYLIANAKIS *et al.* 2006).

Outros fatores prejudiciais podem estar presentes em ambientes sob influência antrópica, como a presença de espécies de abelhas exóticas, de grande flexibilidade ecológica e poder competitivo, as quais podem ter suas populações aumentadas, em detrimento das espécies nativas, como ocorre com *Apis mellifera* (BUCHMANN 1996, ROUBIK 1996) e *Bombus terrestris* (DAFNI 1998, MELO *et al.* 2006, RICKETTS 2004, SAMEJINA *et al.* 2004).

Estudos sobre os efeitos da fragmentação revelam uma redução na abundância e um empobrecimento acentuado na riqueza de abelhas em ambientes sob crescente impacto da ocupação humana (MELO *et al.* 2006). Como exemplo, foi reportado um decréscimo na riqueza de espécies e na densidade populacional das abelhas sem ferrão, *Meliponina*, proporcional à intensidade dos distúrbios provocados pela atividade humana (SAMEJINA *et al.* 2004). CHACOFF & AIZEN (2006) e FAHRIG (2003) encontraram uma progressiva queda nos índices de diversidade de polinizadores com o aumento da distância dos ambientes modificados em relação às bordas dos habitats naturais, que poderiam agir como fontes de recursos (TYLIANAKIS *et al.* 2006). Entretanto, CHACOFF & AIZEN (2006) ressaltam que o consenso do papel deletério da fragmentação para a assembléia de Hymenoptera polinizadores tem sido amplamente aceito, mesmo havendo poucas informações empíricas confirmando estas considerações. CANE (2001) acrescenta que o número de revisões com tal conclusão é superior ao de estudos publicados nos quais elas poderiam ser baseadas.

Além disto, evidências contrárias têm sido reportadas. TYLIANAKIS *et al.* (2006) constataram que existe uma correlação positiva entre a riqueza de ervas no habitat sob influência antrópica com a riqueza de espécies de Hymenoptera. Os autores argumentam que as ervas que florescem em abundância em ambientes pouco sombreados pelas árvores são os maiores recursos para muitas abelhas e vespas. A matriz pode guardar massiva florescência, preferida por abelhas sociais, providenciando um ambiente alternativo e maior conectividade entre os fragmentos remanescentes (CHACOFF & AIZEN 2006, EWERS & DIDHAM 2005, KLEIN *et al.* 2003).

Observa-se também que nem todos os ambientes alterados são inviáveis para a nidificação, já que os substratos utilizados para a construção dos ninhos ficam esparsos no habitat, nem sempre coincidindo com a fonte dos recursos florais (CANE 2001, CHACOFF & AIZEN 2006). Em estudo, SAMEJINA *et al.* (2004) encontraram que o distúrbio antrópico teve pouco efeito na abundância total de abelhas sem ferrão, mas alterou a abundância relativa

de cada espécie, evidenciando que espécies com história natural distintas respondem de maneiras diferentes à fragmentação do habitat (CANE 2001, EWERS & DIDHAM 2005).

Dessa forma, como reportam EWERS & DIDHAM (2005), os estudos empíricos documentam mudanças positivas, negativas ou relações irregulares na riqueza de espécies com o decréscimo da área do habitat. A explicação é dada parcialmente por alguns casos onde o distúrbio no habitat aumenta a atividade de polinizadores Hymenoptera (DICK *et al.* 2003, TYLIANAKIS *et al.* 2006), que podem ser hábeis para explorar recursos da comunidade de plantas dos meios de cultivo e sua comunidade de herbívoros associada (DICK *et al.* 2003).

A escala temporal pode também ter um forte efeito, pois o acúmulo de pequenos eventos pode desencadear extinções em longo prazo, e mudanças nas características genética, morfológica ou comportamental das espécies requerem tempo para serem percebidas. Em contraste, interações sinérgicas da fragmentação com mudanças climáticas, regimes de distúrbios e outros indicadores de declínio nas populações podem maximizar os impactos da fragmentação (EWERS & DIDHAM 2005), sendo que os efeitos finais da fragmentação do habitat podem ser confundidos com alterações transientes na população, que sobreponham mudanças prolongadas (CANE 2001). Desta forma, sobretudo, acredita-se que a perda do habitat em um extremo de escala espacial e de isolamento é deletéria para a comunidade de polinizadores invertebrados, mas, por ser um fenômeno recente no tempo evolutivo, fatores ambíguos podem mascarar muitos de seus efeitos (EWERS & DIDHAM 2005).

Para elucidar tais equívocos, os estudos abrangendo este tema deveriam incluir com maior profundidade a variação temporal, realizar identificações consistentes de espécies, apreciar tanto as necessidades de substrato para a nidificação quanto às de recursos florais e possuir uma metodologia de análise adequada e aplicar análise estatística apropriada (CANE 2001, EWERS & DIDHAM 2005).

Sob este ponto de vista observa-se que os padrões de organização dos visitantes florais são freqüentemente descritos pelo número de indivíduos coletados (LARSEN *et al.* 2005; SILVA-PEREIRA & SANTOS 2006), representando a forma pela qual a riqueza de espécies está relacionada ao funcionamento do ecossistema, no entanto, há carência na representação da estrutura natural da comunidade. Importantes aspectos funcionais, afetados independentemente ou em adição à riqueza de espécies, têm sido perdidos, podendo levar a conclusões errôneas. Portanto, devem ser incorporados outros fatores críticos das respostas da comunidade às mudanças ambientais (LARSEN *et al.* 2005). Como exemplo, alterações na biomassa total ou relativa das espécies podem afetar o funcionamento do ecossistema, proporcionalmente ou não às variações na riqueza de táxons (LARSEN *et al.* 2005). SILVA-

PEREIRA & SANTOS (2006) demonstraram que espécies de *Bombus* não são consideradas como dominantes em muitos estudos, devido ao pequeno número de animais contidos nas coletas. No entanto, em Palmeiras (Bahia, Brasil) *B. brevivillus* não era a espécie mais significativa em relação ao número de indivíduos, mas era a espécie mais significativa em relação à biomassa. Desta forma, o balanço entre a biomassa e a abundância de indivíduos é um importante ponto para a contribuição das espécies em diferentes comunidades.

SILVA-PEREIRA & SANTOS (2006) comparando a abundância dos indivíduos e sua biomassa na comunidade de visitantes florais, afirmaram que a contribuição efetiva de cada espécie não é determinada apenas pelo número de consumidores dentro da comunidade, mas também pela quantidade de biomassa que deve ser mantida. ODUM (1988) argumenta que os números atribuem importância excessiva a organismos pequenos, e a biomassa atribui importância excessiva a organismos grandes, e nenhuma das duas formas poderia ser usada como critério de confiança para se comparar o papel funcional de populações que diferem muito nas relações de tamanho e metabolismo. Das duas, entretanto, a biomassa é geralmente mais confiável do que a abundância, uma vez que muitos aspectos fundamentais da ecologia dos organismos dependem do tamanho que eles possuem, incluindo, por exemplo, a taxa metabólica, a longevidade e a fecundidade (STUBBLEFIELD & SEGER 1994). A biomassa pode ser, portanto, um parâmetro útil para fornecer descrições sobre a comunidade de visitantes florais com o objetivo de detectar padrões de organização e as relações entre as espécies, os quais não são evidenciados na quantificação direta dos indivíduos (SILVA-PEREIRA & SANTOS 2006).

Visto que é preocupante o grau de degradação em que se encontram as áreas naturais no estado do Paraná e no Brasil (GONÇALVES & MELO 2005) o monitoramento de alterações antrópicas de ambientes considerando estas variáveis é altamente relevante. O entendimento dos padrões de mudanças na biodiversidade e suas conseqüências funcionais aumentariam nossa habilidade para prever e desmistificar respostas futuras e proteger os processos do ecossistema (LARSEN *et al.* 2005). Estratégias para minimização da perda de diversidade devem ser formuladas e aplicadas, uma vez que a restauração dos serviços ambientais promovidos pelas abelhas necessariamente implica em custos maiores e em ações de mais difícil execução (MELO *et al.* 2006).

## 2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

As investigações faunísticas e ecológicas buscam informações que permitam o estabelecimento de padrões gerais de repetição, mas seu reconhecimento envolve, além das dificuldades metodológicas, a necessidade de acúmulo de dados e de técnicas adequadas ao seu manuseio (BORTOLI & LAROCCA 1990).

Como têm sido amplamente realizados estudos sobre os efeitos da fragmentação na assembléia de Apidae (Hymenoptera) considerando a riqueza e abundância das espécies, o objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de metodologias que possibilitem o estudo da assembléia de Apidae sob a perspectiva de sua biomassa.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O desenvolvimento do estudo sob a perspectiva da biomassa envolve a elucidação de questões intrínsecas e ainda uma apreciação comparativa sobre as formas de interpretação de uma assembléia de abelhas avaliada sob diferentes parâmetros ecológicos.

As questões intrínsecas que fundamentaram o estudo foram:

- O desenvolvimento de uma equação relacionada à morfologia que possibilitasse a estimativa do peso seco de espécimes alfinetados e conservados em coleção entomológica;
- A estimativa do peso seco de determinado sexo de um táxon por valores do sexo oposto;
- O estudo da sazonalidade em *Bombus* e estimativa do peso seco médio para o gênero e suas espécies amostradas;
- O desenvolvimento de uma metodologia que possibilitasse a comparação entre diferentes levantamentos faunísticos.

Em relação à utilização da biomassa como parâmetro para a interpretação da estrutura da comunidade, pretendeu-se:

- Verificar a estrutura da comunidade em diferentes levantamentos sob este ponto de vista e realizar uma comparação com o parâmetro de abundância de indivíduos;

- Caracterizar a comunidade de Apidae de um conjunto de levantamentos quanto ao peso seco, biomassa e abundância.
- Verificar se existe relação das mudanças entre levantamentos consecutivos, consideradas como respostas à fragmentação do habitat, com alguns dos parâmetros supracitados.

Estes objetivos foram direcionados à expectativa da detecção de padrões ou alterações evidenciados pela biomassa, os quais poderiam não ser demonstrados pela abundância. Procuraram-se também características comuns a grupos de indivíduos que respondessem de maneira semelhante às mudanças temporais.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi constituído por duas etapas. Uma é referente ao estudo da assembléia de Apidae representada pelo conjunto dos indivíduos amostrados em três levantamentos sistematizados consecutivos, sob a perspectiva de sua biomassa e a relação deste parâmetro à abundância e às mudanças temporais. A outra porção do trabalho compreende todos os métodos desenvolvidos para que este estudo fosse possível.

Inicialmente serão apresentadas as fontes de dados referentes aos estudos comparativos, sendo demonstradas em seguida as etapas referentes ao desenvolvimento das ferramentas que possibilitaram o estudo comparativo em si, o qual tem sua metodologia descrita ao fim deste tópico.

#### 3.1. ORIGEM DAS AMOSTRAS ESTUDADAS

Para este estudo foi utilizado o conjunto de informações derivadas de três levantamentos sistematizados da fauna de abelhas, realizados nos últimos quarenta anos em uma área adjacente ao Aeroporto Afonso Pena de São José dos Pinhais.

O primeiro estudo foi conduzido entre os anos de 1962/1963 por SAKAGAMI *et al.* (1967), sendo considerado neste trabalho como **L1**; e repetido pela primeira vez entre 1980/1981 por BORTOLI & LAROCA (1990), mencionado como **L2**; sendo o último, **L3**, desenvolvido por MELO *et al.* (2006) entre os anos 2004/2005, seguindo a mesma metodologia empregada nos trabalhos anteriores. A tabela 1 apresenta um resumo dos resultados encontrados sobre a riqueza e abundância das amostras nestes três levantamentos.

O local onde foram realizadas as amostragens está inserido no perímetro urbano do município de São José dos Pinhais, Paraná; uma área de campos naturais a cerca de 20 km do centro de Curitiba. Incluída em uma das subdivisões do Primeiro Planalto Paranaense, a 25° 31' 39'' lat. S e a 49° 10' 23'' long. W, a 906m de altitude acima do nível do mar. O clima da região é do tipo Cfb (Köppen), sempre úmido, pluvial quente-temperado, com ocorrência de mais de cinco geadas ao ano, raramente neva. A temperatura média anual é de 16,5°C, sendo de 20,4°C a do mês mais quente e de 12,7°C a do mês mais frio. Sua vegetação dominante é caracterizada como Floresta Úmida Subtropical (BORTOLI & LAROCA 1990) com Campos Naturais entremeados, formando um mosaico de áreas florestais e áreas abertas.

**Tabela 1.** Comparação entre riqueza e abundância por subfamília nos três estudos realizados em São José dos Pinhais, excluindo dados sobre *Apis mellifera*. Baseada em MELO *et al.* (2006).

Subfamílias	1962/63		1980/91		2004/05	
	Espécies	Indivíduos	Espécies	Indivíduos	Espécies	Indivíduos
<b>Andreninae</b>	17	137	20	76	12	70
<b>Apinae</b>	34	1558	35	675	38	654
<b>Colletinae</b>	10	42	7	17	8	21
<b>Halictinae</b>	88	2439	79	1088	62	764
<b>Megachilinae</b>	19	83	26	66	14	49
<b>Total</b>	<b>167</b>	<b>4217</b>	<b>167</b>	<b>1906</b>	<b>128</b>	<b>1388</b>

Como demonstrado pela figura 1, o efeito da fragmentação parece ser historicamente representativo neste local devido ao crescente processo de urbanização. Todo o entorno da área é atualmente ocupado por construções, pavimentação ou em menor grau, áreas cultivadas (MELO *et al.* 2006).

O conjunto de indivíduos coletados pelos três levantamentos foi considerado como representativo de uma assembléia de Apidae sob o impacto da fragmentação de seu habitat, sendo utilizados como referência aos estudos comparativos dos parâmetros biomassa, abundância e tempo.

### 3.2. INDIVÍDUOS CONSIDERADOS NO ESTUDO

Em observação às informações contidas nos trabalhos publicados referentes a estes levantamentos (MELO *et al.* 2006, BORTOLI & LAROCA 1990, SAKAGAMI & LAROCA 1971, SAKAGAMI *et al.* 1967, G. A. R. MELO & A. C. MARTINS, comunicação pessoal), foi construída uma lista com todas as espécies amostradas durante os períodos de coleta (anexo 1).

Foram listadas 286 espécies, distribuídas em 56 gêneros pertencentes a cinco subfamílias de Apidae. Levou-se em consideração a presença de *nomina nuda*, de identificações errôneas e de mudanças na nomenclatura, estando esta de acordo com o “Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region” (MOURE, URBAN & MELO 2007).



**Figura 1:** Fotografias aéreas do entorno ao Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná. Em **a)** 1963; **b)** 1980 e **c)** 2004. Nota-se a perda das áreas naturais para a construção civil ou cultivo (IDU – Instituto de Desenvolvimento Urbano de São José dos Pinhais, extrato de imagem Quickbird II). Nota-se a expansão das áreas com construções antrópicas e consequente redução das áreas naturais.

Utilizou-se a classificação proposta por MELO & GONÇALVES (2005), na qual o grupo é tratado como uma única família: Apidae, sendo reconhecidas sete subfamílias (Andreninae, Apinae, Colletinae, Halictinae, Megachilinae, Melittinae e Stenotritinae) que correspondem às famílias da classificação tradicional de MICHENER (2007).

Escolheu-se este sistema por ele tornar a classificação das abelhas mais consistente àquela adotada para os grandes grupos de Hymenoptera aculeados; além de se distanciar da tradição de dar status de família aos grupos principais de abelhas (MELO & GONÇALVES 2005).

### **3.3. ESTIMATIVAS DO PESO SECO**

#### **3.3.1. Obtenção da Equação de Estimativa Geral (*PS x Medida Morfológica*)**

Para a realização do estudo, era necessário primeiro estimar os valores do peso seco específico ou genérico dos táxons presentes nos três levantamentos, já que não seria realizada a pesagem direta dos espécimes de abelhas preservadas em alfinetes, uma vez que esta incômoda tarefa iria requerer a retirada dos alfinetes ou a consideração do peso dos mesmos, além de poder causar interferências pelas variações nas coletas, pelo conteúdo retido na escopa das abelhas ou pelo conteúdo de reservas glandulares que podem depender da idade, da data de captura ou de secreções recentes (CANE 1987).

Em estudos sobre as comunidades de invertebrados aquáticos, estimativas do peso seco têm sido amplamente utilizadas para a interpretação de processos ecológicos, e a massa corpórea vem sendo considerada uma variável fundamental para estudos comparativos (BULLOCK 1999, GONZÁLEZ *et al.* 2002).

Em trabalhos que requerem medidas de todos os espécimes amostrados, a utilização das relações entre a massa corpórea e medidas morfológicas consiste em um meio rápido para se mensurar a biomassa da população (GONZÁLEZ *et al.* 2002). Tais estimativas são amplamente utilizadas por evitarem erros decorrentes da perda de massa de animais conservados, possibilitam o desenvolvimento de mais estudos baseados em amostras estocadas, consomem menos tempo e podem ser mais precisas do que a pesagem direta ou do que estimativas de biovolume da fauna (GONZÁLEZ *et al.* 2002). Entretanto, não se conhece para quais grupos de organismos a obtenção de medidas morfológicas é simples, precisa e significativa em estudos comparativos amplos.

O peso seco tem sido amplamente utilizado, mas para as abelhas ele pode variar rapidamente em campo e não é facilmente medido neste ambiente ou em museus, sendo necessários meios para estimá-lo (BULLOCK 1999, CANE 1987) e pouco se conhece sobre quais medidas morfológicas seriam suas melhores preditoras.

O tamanho da cabeça ou o comprimento do corpo têm sido sugeridos como medidas alométricas para himenópteros, contudo, para as abelhas que nidificam, esses componentes podem ser enganosos (CANE 1987).

CANE (1987) sugere que o peso das abelhas poderia ser melhor estimado pelo volume do tórax, onde se localizam os músculos que suportam o vôo, o que refletiria de forma direta o esforço necessário para o levantamento do vôo em uma abelha de tamanho particular. Neste aspecto, as tégulas, que cobrem as bases dos dois pares de asas, providenciam locais específicos viáveis, entre os quais pode ser medida uma linha reta, a distância intertegular, pela qual se poderia satisfatoriamente estimar a massa (peso seco) das abelhas.

Baseando-se nestas premissas, em 1987, Cane realizou um estudo sobre a relação entre a distância intertegular e o peso seco de fêmeas de vinte espécies de abelhas não sociais de características diversas, encontrando uma relação representada pela equação:

$$\ln M = \ln a + b \ln S \gg M = a S^b \gg DIT = 0,77 \times PS^{0,405},$$

na qual  $a$  corresponde ao coeficiente linear,  $b$  ao coeficiente angular,  $M$  à variável de resposta ( $DIT$  - distância intertegular) e  $S$  à variável preditora ( $PS$  - peso seco). Esta equação descreve satisfatoriamente a relação entre a distância intertegular e o peso seco de 95% das comparações interespecíficas de seu experimento.

Entretanto, BULLOCK (1999) afirma que aquela relação pode ser notavelmente afetada pelas peculiaridades das poucas espécies de tamanho elevado incluídas no trabalho de CANE (1987), pela composição taxonômica da amostra ou pelas pressões seletivas de determinado ambiente. Isto o motivou a realizar um estudo com a amostragem de 1400 indivíduos de 226 espécies para a  $DIT$  e 955 indivíduos de 230 espécies para o  $PS$ ; os indivíduos provieram de uma coleta realizada entre 1980 e 1985 no Instituto de Biologia da Universidade Autônoma do México, os quais variaram amplamente em tamanho e razão sexual entre as espécies.

Em seu trabalho, BULLOCK (1999) encontrou uma relação de 91% entre as variáveis morfológicas, e seu coeficiente angular não foi significativamente diferente de 0,33; o valor

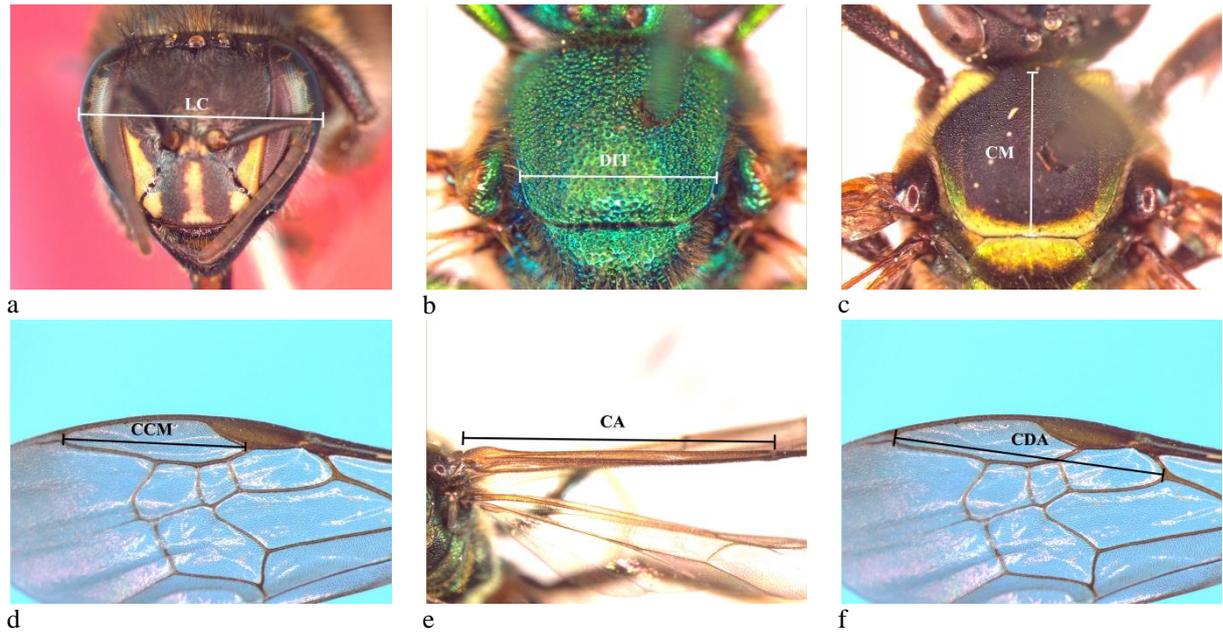
esperado sob similaridade geométrica segundo o autor, como representado pela seguinte equação:

$$DIT = 1,085 \times PS^{0,329}$$

sob este aspecto, dos possíveis enganos decorrentes da utilização de ferramentas de estimativa derivadas de uma amostra de natureza distinta daquela sendo estudada, foram desenvolvidas equações para a estimativa de peso seco para as abelhas locais. Também foram consideradas outras medidas morfológicas como possíveis variáveis preditas pelo peso seco, em vista que a distância intertegular tem sido sugerida como adequada, mesmo não havendo trabalhos que a confrontem contra outras medidas corporais.

Foi verificada qual dentre seis medidas (figura 2) melhor se relaciona ao peso seco de uma amostragem diversa de 153 indivíduos da família Apidae. Tais medidas foram escolhidas em observação ao que tem sido encontrado na literatura como pontos viáveis para estudos morfológicos em Apidae (BULLOCK 1999, CANE 1987, ENGELS & HARTFELDER 1992, GONZÁLES *et al.* 2002, SUNG *et al.* 2004), correspondendo a:

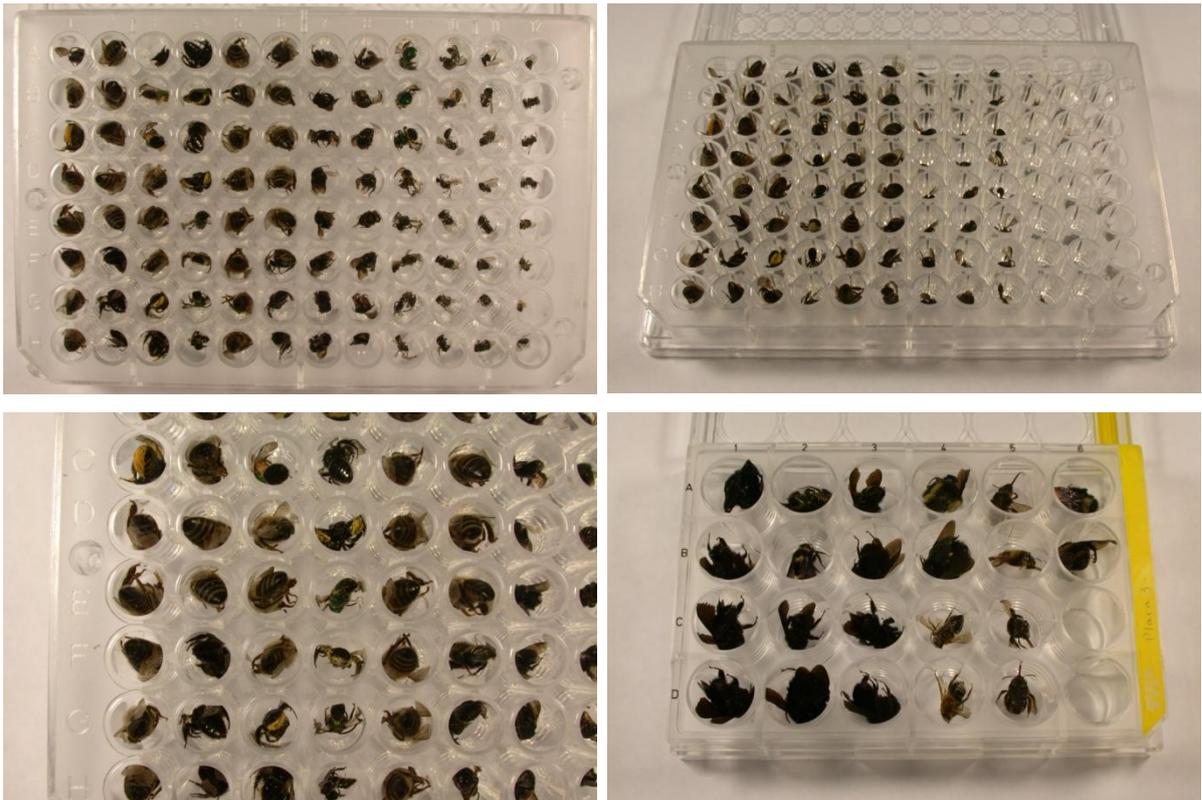
- a) **largura da cabeça (LC):** medida em vista frontal, equivalente à maior distância existente entre as superfícies dos olhos compostos;
- b) **distância intertegular (DIT):** largura do mesossoma medida entre o comprimento médio das duas tégulas;
- c) **comprimento do mesoscuto (CM):** distância máxima entre as margens anterior e posterior do mesoscuto;
- d) **comprimento diagonal da asa (CDA):** distância máxima entre a margem do ângulo agudo distal da célula marginal e o ponto de encontro entre  $R_s$  e  $R_{s+m}$  (borda da primeira célula submarginal);
- e) **comprimento parcial da asa (CPA):** distância entre a origem da veia costal e o extremo externo da célula costal;
- f) **comprimento da célula marginal (CCM):** maior distância entre os ângulos agudos da célula marginal.



**Figura 2:** Fotografias de alguns dos indivíduos amostrados em Almirante Tamandaré, Paraná, demonstrando as medidas selecionadas: **a)** LC – largura da cabeça; **b)** DIT – distância intertegular; **c)** CM – comprimento do mesoscuto; **d)** CCM – comprimento da célula marginal; **e)** CPA – comprimento parcial da asa e **f)** CDA – comprimento diagonal da asa.

Os indivíduos foram amostrados por coleta ativa em flores no dia 29 de março de 2007 no entorno de estradas de Almirante Tamandaré, a sudeste do estado do Paraná, na Região Metropolitana de Curitiba, distando 17 km da capital. O município também está incluído no Primeiro Planalto Paranaense, a 25°19'30" lat. S e a 49°18'36" long. W, a 950m de altitude acima do nível do mar, tendo clima e vegetação semelhantes aos de São José dos Pinhais.

As abelhas coletadas, após de terem sido sacrificadas em frasco mortífero contendo acetato de etila, foram mantidas por três dias em estufa (40°C, 72h), sendo depois acondicionadas em caixas acrílicas gabaritadas (figura 3). Os pesos secos dos espécimes individualizados foram obtidos com o auxílio de uma balança eletrônica de precisão (10<sup>-4</sup>g), Bioprecisa FA2104N.



**Figura 3:** Indivíduos amostrados em Almirante Tamandaré, Paraná, e acondicionados em caixas acrílicas gabaritadas. A coleta foi direcionada à busca de tamanhos diversificados de abelhas.

Para a obtenção das demais medidas morfológicas, os indivíduos foram fotografados (Lupa Leica DFC 500) e medidos com auxílio do Software Auto-Montage Pro (Syncropy) (figura 2). Os valores foram convertidos em logaritmo neperiano para possibilitar a análise de regressão simples (STATISTICA 7.0, StatSoft, Inc., 2004), confrontando individualmente o peso seco, como variável preditora, aos demais grupos de dados resultantes das mensurações. Realizou-se o estudo dos “outliers” e o teste Kolmogorov Smirnov foi aplicado aos resíduos estandardizados. Não foram utilizados os dados referentes à *Apis mellifera*, pois estas constituíam 23,85% (27 indivíduos) de todas as abelhas coletadas e poderiam acabar distorcendo os resultados.

Das equações obtidas, foi escolhida a que possuía o maior valor do coeficiente de determinação,  $r^2$ , o qual informa o poder de explicação do modelo de regressão, ou seja, o quanto da variação total de cada medida morfológica é explicado pelo peso seco.

### 3.3.2. Obtenção da Equação de Regressão $PS_f \times PS_m$

Dimorfismos sexuais de diferentes tipos ocorrem abundantemente entre as vespas, abelhas e formigas, sendo que em alguns casos as diferenças são tão intensas que, por décadas, machos e fêmeas de uma mesma espécie foram classificados em gêneros diferentes. Mesmo quando os indivíduos de sexos diferentes possuem morfologias semelhantes, eles possuem modos de vida distintos. As fêmeas geralmente fornecem o suprimento larval, e em muitos grupos elas levam este alimento para os ninhos que constroem para a proteção da prole. Os machos, em contraste, têm vida curta com o simples propósito de fecundar as fêmeas. Além disto, como é amplamente conhecido, os Hymenoptera possuem o sistema haplodiploide de determinação sexual, no qual machos haplóides se desenvolvem partenogeneticamente de ovos não fecundados, enquanto as fêmeas diplóides se desenvolvem de ovos fertilizados. Os aculeados construtores de ninhos diferem ainda pelo fato de que o primeiro determinante para o tamanho do indivíduo adulto é a quantidade de alimentos providos pelas fêmeas que cuidam dos ninhos (STUBBLEFIELD & SEGER, 1994).

Tais diferenças não são refletidas apenas na ecologia e comportamento dos indivíduos, mas também em sua morfologia. O tamanho corpóreo pode ter diferentes conseqüências para os dois sexos, o que conduz à seleção de tamanhos diferentes entre machos e fêmeas, sendo que os machos tendem a ser usualmente menores do que as fêmeas, mas relativamente mais largos (STUBBLEFIELD & SEGER, 1994).

Desta forma, segundo STUBBLEFIELD & SEGER (1994), os sexos tendem a ser mais diferentes entre si em Hymenoptera do que em muitos outros animais. Por essa razão conduziu a, no presente estudo, machos e fêmeas serem considerados como unidades biológicas distintas de um mesmo táxon; sendo necessária a estimativa do peso seco para cada um dos sexos.

Tendo em vista que não foi possível estimar o peso seco de pelo menos um indivíduo macho para a totalidade das espécies presentes nos levantamentos, foi desenvolvida uma análise de regressão para a estimativa do peso seco dos machos a partir do valor estimado para as fêmeas.

Os valores de peso seco estimado para os dois sexos de todas as espécies mencionadas no item 3.2, às quais foi possível a amostragem de machos e fêmeas, foram convertidos em seu logaritmo neperiano e submetidos à análise de regressão simples com o auxílio do software STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc., 2004), com o peso seco das fêmeas como variável

preditora. Realizou-se o estudo dos “outliers” e o teste Kolmogorov Smirnoff foi aplicado aos resíduos estandardizados.

### 3.4. SAZONALIDADE E ESTIMATIVA DO PESO SECO EM *Bombus*

Outro exemplo de dimorfismo nos Apinae corbiculados (Apini, Bombini, Euglossini e Meliponini) é a diferença entre as fêmeas reprodutivas e a casta de operárias (STUBBLEFIELD & SEGER 1994), sendo que as espécies do gênero *Bombus* compreendem um caso interessante. As “mamangavas” (Apinae: Bombini) são espécies que vivem em sociedade e constroem seus grandes ninhos com detritos vegetais (STUBBLEFIELD & SEGER 1994), sendo sua bionomia de particular interesse para estudos comparativos sobre o comportamento social em Apidae (SAKAGAMI & LAROCA 1971). Foi descrita a presença de colônias perenes, mas isto não quer dizer necessariamente que todas as colônias duram mais do que um ano, ou que a duração de uma colônia é semi-independente das mudanças de estação (SAKAGAMI & LAROCA 1971).

*B. transversalis* demonstra uma tendência sazonal no aparecimento dos sexos e castas (rainhas, operárias e machos) até mesmo em clima tropical úmido (SAKAGAMI & LAROCA 1971), sendo que tal tendência foi observada também para *B. pauloensis* e *B. bellicosus* por SAKAGAMI & LAROCA (1971). Há um pico de atividade de operárias entre dois períodos de atividade das rainhas, sendo um deles seguido pelo aparecimento dos machos, havendo ainda classes de tamanho diferentes de operárias em respeito a este ciclo sincronizado às mudanças dadas por variações nas condições ambientais em diferentes estações do ano.

Diferenças morfológicas entre os sexos e/ou táxons são geralmente descritas em trabalhos de sistemática, mas raramente em estudos comparativos (STUBBLEFIELD & SEGER 1994). Desta forma, no presente trabalho, para tornar possível a inclusão do gênero nas análises, foi realizado um estudo sobre a sazonalidade das três espécies presentes nos levantamentos - *B. bellicosus*, *B. morio* e *B. pauloensis* - e as possíveis implicações destas variações temporais no peso seco das espécies e do gênero.

As coleções entomológicas constituem um local de armazenamento de informações referentes às espécies nelas dispostas, refletindo, de acordo com o volume de informações guardadas, condições naturais da população dos espécimes devidamente conservados. Desta forma, para o estudo, foram amostrados todos os indivíduos das três espécies, identificados e presentes na Coleção Padre Jesus Santiago Moure (DZUP). Durante o trabalho de busca na

coleção entomológica foram selecionados apenas os indivíduos cujo local de coleta fosse restrito ao Primeiro ou Segundo Planaltos Paranaenses (anexo 2).

Os indivíduos foram medidos com o auxílio de um microscópio estereoscópico, provido com lentes micrométricas (Wild Heerbrugg 229058), sendo assim estimado o seu peso seco pela equação de regressão determinada anteriormente. Foi construída uma planilha eletrônica constando o dia, semana, quinzena, mês, estação, ano e local de coleta, além da casta/sexo ao qual cada espécime pertencia.

As três espécies foram analisadas de forma independente e as castas foram definidas em observação às características morfológicas descritas por MOURE & SAKAGAMI (1962). Como há grande semelhança entre as operárias de maior tamanho corpóreo e as rainhas, foram também construídos diagramas de dispersão pelo tamanho do indivíduo relacionado ao dia de sua coleta, independente do ano (STATISTICA 7.0, StatSoft, Inc., 2004), os quais auxiliaram no estabelecimento de limites de tamanho para cada casta.

Determinadas as castas, os valores de peso seco foram convertidos ao logaritmo neperiano e submetidos a Análises de Variância com o auxílio do programa STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc., 2004). As análises foram realizadas nos diferentes intervalos de tempo considerados, dos maiores aos menores, correspondendo a anos, estações, meses, semanas e dias.

Foram feitos gráficos da participação relativa de cada sexo/casta no intervalo de tempo de quinze dias com o auxílio dos programas Microsoft Office Excel 2007 e STATISTICA 7.0 (StatSoft, Inc., 2004), com o intuito de auxiliar o estudo das variações sazonais.

Para cada sexo/casta, em uma dada quinzena o valor percentual de abundância ou peso seco correspondente foi calculado da seguinte maneira:

$$\%Q_{in}^r = 100 \times \left( \frac{Q_{in-1/4}^r + Q_{in/2}^r + Q_{in+1/4}^r}{\sum \%Q_{in}^{\alpha}} \right),$$

na qual, o valor percentual de cada quinzena,  $\%Q_{in}^r$ , para uma determinada casta  $r$ , é representado por 25% do encontrado na quinzena anterior, 50% do valor da própria quinzena mais os 25% do pertencente ao intervalo de tempo seguinte; sendo isto dividido pelo somatório do encontrado para todos os sexos/castas neste mesmo período. Como foi assumido que o gênero responde em ciclos anuais, os valores percentuais da primeira e última quinzena contêm 25% dos próprios valores das quinzenas final e inicial, respectivamente. Esta metodologia foi adotada para possibilitar uma melhor observação da flutuação das variáveis

pelo tempo, uma vez que valores extremos de 0 ou 100% deveriam ser evitados por provavelmente não corresponderem em sua maioria às condições naturais, e sim à carência de amostragem nestes períodos.

As interpretações decorrentes destas análises fundamentaram os cálculos para a estimativa do peso seco total da espécie e do gênero tendo-se em consideração as mudanças no peso seco e abundância dos indivíduos.

### **3.5. PROCEDIMENTOS REFERENTES ÀS ANÁLISES COMPARATIVAS À BIOMASSA**

#### **3.5.1. Levantamento de Dados**

Realizadas as etapas referentes à estimativa do peso seco dos indivíduos, as ferramentas desenvolvidas foram utilizadas para a obtenção do peso seco médio de machos e fêmeas das espécies listadas pelos levantamentos sistematizados.

Para a determinação do peso seco de um dos sexos de uma espécie foram amostrados de modo arbitrário dez machos ou dez fêmeas de cada espécie, oriundos da Coleção Padre Jesus Santiago Moure (DZUP). Sempre que possível, dividiu-se o somatório de indivíduos de determinada espécie e sexo encontrada na coleção por dez, sendo o resultado arredondado para encontrar-se um valor  $n$ . Desta forma, o último indivíduo de determinado sexo da sequência de  $n$  espécimes foi utilizado para a coleta de dados. Estes indivíduos tiveram a medida morfológica adequada obtida com o auxílio de um microscópio estereoscópico (Wild Heerbrugg 229058), provido com lentes micrométricas, sendo calculada a média aritmética para expressar o peso seco para o respectivo sexo da espécie.

Para as espécies em que não foi possível a obtenção de pelo menos um valor da medida morfológica, por estarem ausentes na coleção (tabela 2), utilizou-se a média das outras espécies amostradas do mesmo sexo e mesmo gênero (*Augochlorodes* compreendeu uma exceção, na qual considerou-se a média do peso seco por sexo da tribo Augochlorini). Valor que também corresponde à média do peso seco por sexo para os gêneros. Esta medida foi adotada por considerar-se não significativa a diferença entre o peso seco médio de espécies de um mesmo gênero.

Os machos não encontrados tiveram seu peso seco estimado pela equação de regressão desenvolvida pela relação do peso seco de machos e fêmeas (tabela 2).

**Tabela 2:** Espécies mencionadas em algum dos três levantamentos sistematizados nas áreas do Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná, e não encontradas na Coleção Padre Jesus Santiago Moure (DZUP).

<b>Espécies não Encontradas</b>	<b>Machos não Encontrados</b>
<i>Augochlorodes</i> sp.	<i>Apis mellifera</i>
<i>Augochloropsis brachycephala</i>	<i>Augochlorodes</i> sp.
<i>Augochloropsis rufisetis</i>	<i>Rhopitulus</i> sp. 1 (L1)
<i>Ceratina (Ceratinula) oxalidis</i>	<i>Trigona spinipes</i>
<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 1 (L1)	
<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys)</i> sp. (L2)	
<i>Psaenyhtia nomadoides</i>	

### 3.5.2. Estimativa da Biomassa e Abundância Comparável

Apesar dos referidos estudos compreenderem levantamentos sistematizados, para que a comparação entre eles fosse possível, com o intuito de eliminar as principais fontes de distorções das análises (como as diferenças no esforço de coleta e a ausência de dados de abundância), foi necessário nivelar as amostras dos diferentes conjuntos de amostragem dividindo-se o somatório das horas totais de coleta pelo número de coletores em cada levantamento, como descrito:

- a) SAKAGAMI *et al.* (1967) – foram realizadas 12 horas de coleta por mês (três dias por mês com quatro horas de coleta), durante um ano, totalizando 144 horas. Deste total foram subtraídas seis horas porque na primeira coleta do mês de junho e na segunda coleta de julho, foi realizada apenas uma hora de amostragem por dia; menos duas horas da primeira coleta de julho, porque neste dia, devido ao frio, foram feitas apenas duas horas de amostragem; e outras duas horas a menos em novembro, mês em que uma das coletas foi interrompida devido às chuvas. Em conjunto há o decréscimo de 10 horas de coleta, como o trabalho de amostragem foi realizado por apenas um coletor, em L1 tem-se 134 horas totais de trabalho;
- b) BORTOLI & LAROCA (1990) – o trabalho apresenta uma tabela contendo a rotina de coleta pelo período de um ano. O somatório das horas descritas equivale a 150 horas e 27 minutos;
- c) G. A. R. MELO & A. C. MARTINS (comunicação pessoal) – Neste último levantamento foram totalizadas 236 horas e 38 minutos de coleta, realizados por dois coletores.

Entretanto, por um destes ser pouco experiente, considerou-se 1,5 coletores em trabalho, o que resultou em 177,48 horas de coleta.

Com os valores estabelecidos, para que os diferentes levantamentos pudessem ser comparados, a abundância de cada sexo dos táxons foi dividida pelo tempo de amostragem do respectivo estudo, sendo então expressa como o número de indivíduos amostrado por hora ( $i/h$ ), aqui denominada como abundância comparável (tabela 3), fornecendo uma razão entre as variáveis que possibilitou a comparação entre os estudos.

**Tabela 3:** Razões entre o número de indivíduos por táxon e o respectivo tempo total de coleta pelo levantamento sistematizado.

	Levantamento Faunístico	$T_\alpha$ (Tempo Total pelo $n$ de Colectores)	Razão
<i>a</i>	SAKAGAMI <i>et al</i> (1967)	134 h	$N_{sp}/T_a$
<i>b</i>	BORTOLI & LAROCA (1990)	150,45 h	$N_{sp}/T_b$
<i>c</i>	MARTINS <i>et. al</i> (não publicado)	177,48 h	$N_{sp}/T_c$

Este valor de abundância comparável foi utilizado para a estimativa da biomassa dos organismos, pela equação:

$$BM_{tx} = \frac{(nf_{tx} \times \overline{PSf_{tx}}) + (nm_{tx} \times \overline{PSm_{tx}})}{T_\alpha}$$

onde  $T_\alpha$  corresponde ao tempo total de coleta de determinado levantamento;  $nf_{tx}$  e  $nm_{tx}$ , respectivamente à abundância comparável encontrada no mesmo levantamento para fêmeas e machos do táxon referido;  $\overline{PSf_{tx}}$  e  $\overline{PSm_{tx}}$  ao peso seco das fêmeas e machos do táxon referido; e  $BM_{tx}$  à biomassa do taxa em questão, dada em mg/h.

Este valor foi estimado tanto para o nível específico, quanto para o nível genérico, entretanto, para L1, há ausência de informação sobre o número de indivíduos por espécie, sendo impossibilitado o cálculo para este nível taxonômico neste levantamento.

Desta forma, apenas os valores de biomassa a nível genérico foram utilizados para os estudos comparativos entre os três levantamentos, como descrito no próximo item.

### 3.5.3. Análise de Dados

Os estudos comparativos entre os levantamentos e entre os parâmetros ecológicos foram realizados através de estatística descritiva, por meio de tabelas de frequência, gráficos e resumos numéricos.

Também foram criadas classes de peso seco, abundância comparável e biomassa; aplicadas aos níveis de subfamília e família, no intuito de verificar a frequência relativa dos organismos dentre elas, e se esta distribuição tinha alguma relação com a resposta de um grupo particular às prováveis mudanças temporais.

Para a formação das classes, cada uma das variáveis foi ordenada (onde  $n$  em  $x_n$  corresponde à posição do valor  $x$  nos dados ordenados), e os intervalos foram estabelecidos por separatrizes, encontrando-se os quatro decis para a formação de cinco grupos:

a) Para o peso seco ( $n = 56$ );

i.  $Q_1 = x_{(11,2)} \gg Q_1 = x_{11} + 0,2 \times (x_{12} - x_{11});$

ii.  $Q_2 = x_{(22,4)} \gg Q_2 = x_{22} + 0,4 \times (x_{23} - x_{22});$

iii.  $Q_3 = x_{(33,6)} \gg Q_3 = x_{33} + 0,6 \times (x_{34} - x_{33});$

iv.  $Q_4 = x_{(44,8)} \gg Q_4 = x_{44} + 0,8 \times (x_{45} - x_{44}).$

b) Para a abundância comparável e a biomassa dos gêneros – como estes parâmetros variam entre os levantamentos, os decis foram estabelecidos por valores de porcentagem em relação ao total dos dados ordenados. Tais valores foram relativos ao somatório destas variáveis nos três levantamentos para o mesmo taxa. Como os valores de abundância e biomassa correspondem a 0 em algum dos levantamentos, considerou-se  $n = 57$  por acrescentar-se 0,00% aos valores de dados. Sendo os decis encontrados por:

i.  $Q_1 = x_{(11,4)} \gg Q_1 = x_{11} + 0,4 \times (x_{12} - x_{11});$

ii.  $Q_2 = x_{(22,8)} \gg Q_2 = x_{22} + 0,8 \times (x_{23} - x_{22});$

iii.  $Q_3 = x_{(34,2)} \gg Q_3 = x_{34} + 0,2 \times (x_{35} - x_{34});$

iv.  $Q_4 = x_{(45,6)} \gg Q_4 = x_{45} + 0,6 \times (x_{46} - x_{45}).$

Os valores referentes a estas variáveis para cada um dos levantamentos foram convertidos em sua porcentagem relativa para a classificação dos gêneros.

#### 3.5.4. Inclusão de *Apis mellifera*

Em observação aos valores de abundância referentes à *A. mellifera* em SAKAGAMI & LAROCA (1971) sobre o primeiro levantamento faunístico e em comunicação pessoal com MARTINS & MELO sobre o terceiro levantamento, foram estimados os valores de abundância de *A. mellifera* para os três levantamentos, sendo também realizados testes de estatística descritiva para uma breve visão sobre as alterações na interpretação da estrutura da assembléia de Apidae pela adição desta espécie.

A abundância da espécie referente ao terceiro trabalho foi estipulada pela contagem por observação em campo, sendo este valor utilizado para as estimativas. Já para o primeiro levantamento, considerou-se uma tabela apresentada em SAKAGAMI & LAROCA (1971), a qual relaciona a abundância de *A. mellifera* à das espécies nativas. Nas colunas referentes a São José dos Pinhais, o dia de coleta representado pelo sinal “>” para *A. mellifera*, foi considerado que a população desta espécie correspondia a 61,6% de todos os indivíduos coletados, semelhante ao ocorrido em 5 de março de 1962, como mencionado pelo autor; quando o sinal era “±” considerou-se que sua abundância correspondia à metade da de todos dos os indivíduos coletados; quando “< B”, a abundância de *A. mellifera* foi considerada como o equivalente a um indivíduo a menos do que de *Bombus bellicosus* para o mesmo dia de coleta; as linhas que contêm o sinal de interrogação “?” foram ignoradas e o número de indivíduos coletados neste dia foi subtraído do total.

Os dados foram anteriormente estimados e posteriormente convertidos aos valores de abundância comparativa.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico será apresentada a metodologia desenvolvida para a estimativa do peso seco, os estudos de sazonalidade em *Bombus*, a classificação quanto ao seu peso seco, abundância comparável e biomassa das subfamílias e dos gêneros de Apidae referenciados nos três levantamentos, e finalmente, os estudos comparativos sobre a interpretação da estrutura da assembléia de abelhas sob a perspectiva dos diferentes parâmetros ecológicos.

### 4.1. ESTIMATIVA DO PESO SECO

#### 4.1.1. Obtenção da Equação de Estimativa Geral (*PS x Medida Morfológica*)

Foram amostrados 116 indivíduos. A média do peso seco destes animais correspondeu a  $20,09 \pm 33,03$  mg (valor mínimo ou  $x_{(1)} = 1,00$  mg; e máximo ou  $x_{(116)} = 181,80$  mg). Como demonstrado pela tabela 4, tal qual para as outras medidas morfológicas adotadas.

**Tabela 4:** Valores de  $n$  amostral, média ( $\bar{x}$ ), coeficiente de variação ( $cv$ ), mínimo ( $x_{(1)}$ ), máximo ( $x_{(2)}$ ) e desvio padrão ( $s$ ) relacionados às medidas morfológicas referentes aos indivíduos amostrados para os estudos de regressão em Almirante Tamandaré, Paraná.

Medida Morfológica	$n$	$\bar{x}$	$x_{(1)}$	$x_{(116)}$	$s$	$cv$
PS	116	20,0874	1,0000	181,8000	33,0245	164,4041%
DIT	116	1,8988	0,7100	5,6200	0,9833	51,7853%
CM	116	1,7095	0,8000	4,8900	0,9033	52,8400%
LC	116	2,5572	1,1600	5,1100	1,0157	39,7192%
CPA	116	3,3957	1,6800	8,3000	1,5245	44,8950%
CCM	116	1,7542	0,7900	4,4000	0,7766	44,2709%
CDA	116	2,5195	1,3100	5,9400	1,0309	40,9168%

PS - peso seco (mg). Os demais valores são dados em mm: DIT - distância intertegular, CM - comprimento do mesoscuto, LC - largura da cabeça, CPA - comprimento parcial da asa, CCM - comprimento da célula marginal e CDA - comprimento diagonal da asa.

As análises de regressão demonstraram que todas as medidas se relacionaram ao peso seco, com os resíduos padronizados apresentando Distribuição Normal (Kormolgorov Smirnoff,  $p > 0,20$ ). DIT foi o melhor fator para a regressão ( $r^2 = 94,58\%$ ), seguida por CM ( $r^2 = 91,75\%$ ), LC ( $r^2 = 91,47\%$ ), CDA ( $r^2 = 89,54\%$ ), CPA ( $r^2 = 89,51\%$ ) e CCM ( $r^2 = 88,57\%$ ), como demonstrado na tabela 5, na qual estão também dispostos os respectivos valores de  $F$  e a equação correspondente (em disposição linear).

As figuras 4 e 5 demonstram os diagramas de dispersão obtidos pela relação entre os valores de PS e as demais medidas morfológicas.

**Tabela 5:** Equações obtidas através das análises de regressão entre o PS e as demais medidas morfológicas.

	$F_{(1,109)}$	$r^2$	Equação
PS x DIT	1902,3880	0,9458	$\ln DIT = 1,3632 + 0,3379 (\ln PS)$
PS x CM	1212,0610	0,9175	$\ln CM = 1,3964 + 0,3083 (\ln PS)$
PS x LC	1169,5400	0,9147	$\ln LC = 1,9445 + 0,2812 (\ln PS)$
PS x CDA	933,5112	0,8954	$\ln CDA = 2,0724 + 0,2503 (\ln PS)$
PS x CPA	929,6275	0,8951	$\ln CPA = 2,2502 + 0,2749 (\ln PS)$
PS x CCM	844,6905	0,8857	$\ln CCM = 1,6330 + 0,2659 (\ln PS)$

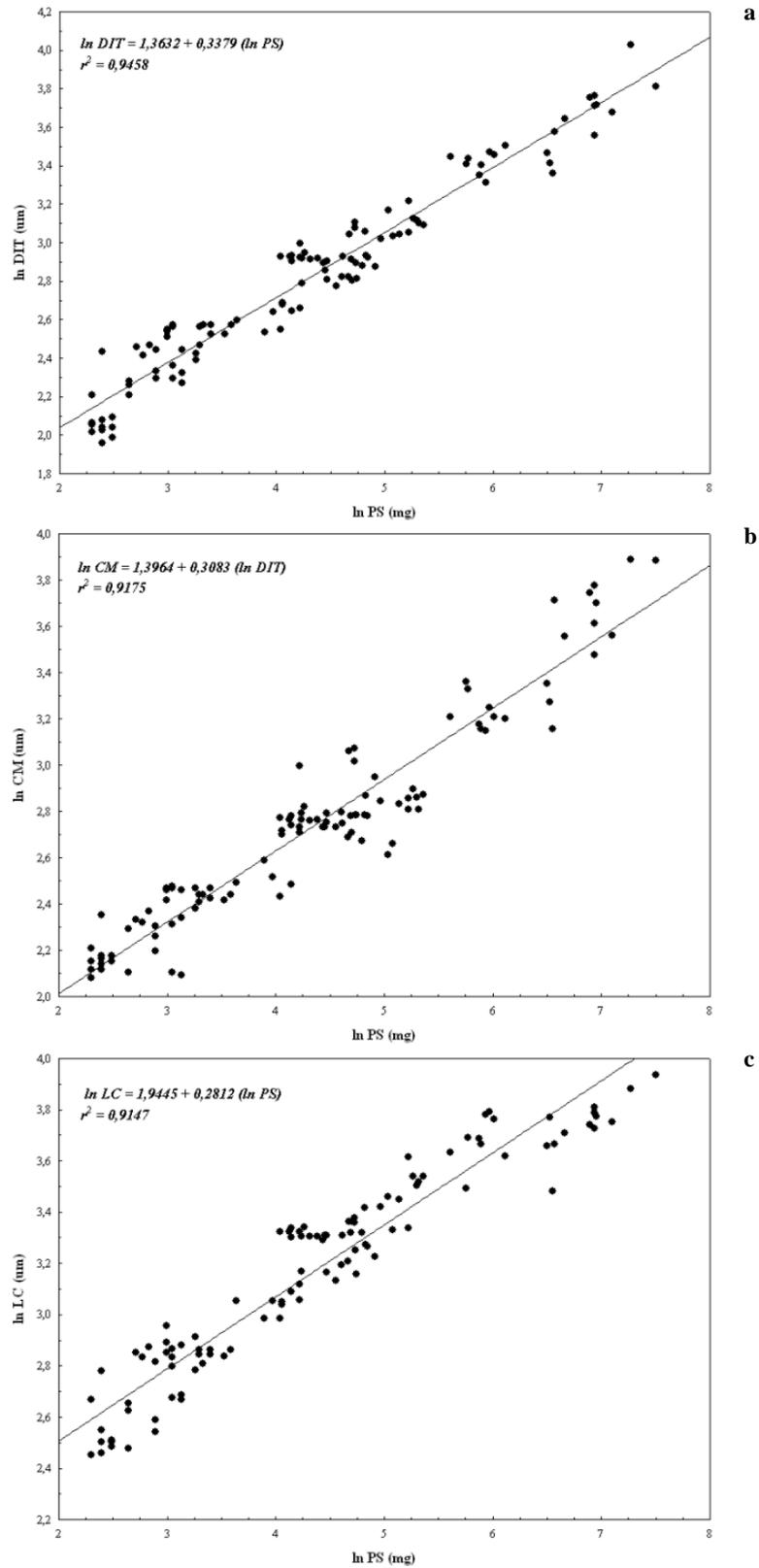
Apesar de a largura da cabeça ser amplamente utilizada para a estimativa do peso seco de organismos, principalmente indivíduos bentônicos (GONZÁLEZ & POZO 2002), os resultados corroboram com o esperado em observação à literatura para indivíduos alados. Medidas morfológicas retiradas do mesossoma podem estar mais bem relacionadas ao peso seco pelo fato de este tagma abrigar os músculos que sustentam o vôo, estando o seu volume relacionado à força necessária para a suspensão do indivíduo no ar (CANE, 1987).

O tamanho da cabeça ou o comprimento do corpo têm sido sugeridos como medidas alométricas para himenópteros. Contudo, estas medidas podem ser enganosas por poderem refletir o desenvolvimento das glândulas labiais ou mandibulares ou a biologia de nidificação, a exemplo das abelhas da subfamília megachilinae que possuem robusta musculatura mandibular por recortarem folhas. O comprimento do corpo também representa um problema quando se considera as abelhas que nidificam em troncos, as quais usualmente possuem o corpo mais alongado e cilíndrico (CANE 1987).

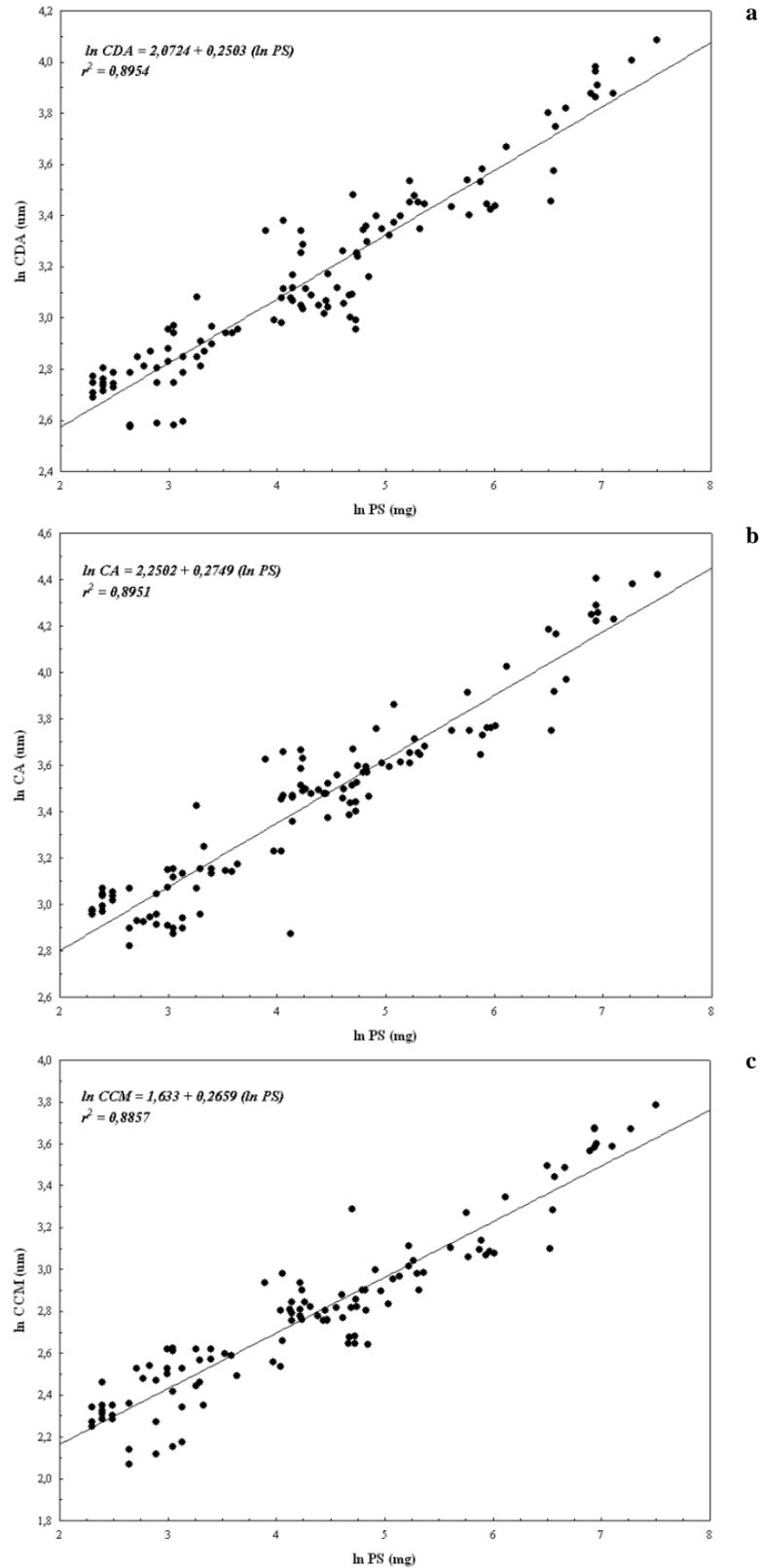
Isto torna curioso o fato de todas as regressões relacionadas às medidas de asa terem fornecido os mais baixos valores de  $r^2$ . Contudo, vale ressaltar que usualmente são utilizadas medidas de área da asa nos estudos de morfometria (BULLOCK 1999, SUNG *et al* 2004), as quais seriam pouco praticáveis para o presente trabalho.

Desta forma, em observação a estes resultados a medida de DIT foi escolhida como estimadora para o peso seco dos indivíduos no estudo, segundo sua equação em potência, na qual a DIT é dada em mm e o PS em ng, sendo o coeficiente angular próximo a 0,33, valor esperado sobre similaridade geométrica segundo BULLOCK (1999):

$$\ln DIT = 1,3632 + 0,3379 \ln PS \gg DIT = 3,9087 \times PS^{0,3379}$$



**Figura 4:** Diagramas de Dispersão entre ln de PS (mg) e o ln das respectivas medidas morfológicas (mm); **a** – distância intertegular, **b** – comprimento do mesoscuto (CM), **c** – largura da cabeça (LC).



**Figura 5:** Diagramas de Dispersão entre ln de PS (mg) e o ln das respectivas medidas morfológicas (mm); **a** – comprimento diagonal da asa (CDA), **b** – comprimento parcial da asa (CA), e **c** – comprimento da célula marginal (CCM).

#### 4.1.2. Obtenção da Equação de Regressão $PS_f \times PS_m$

As 132 espécies de abelhas utilizadas para a análise de regressão encontram-se discriminadas no Anexo 3, com seus respectivos PS's médios por espécie para fêmeas e machos. A tabela 6 resume algumas características desses dados de machos e fêmeas.

**Tabela 6:** Resumo numérico sobre os valores referentes ao PS de machos e fêmeas das espécies utilizadas para a Análise de Regressão.

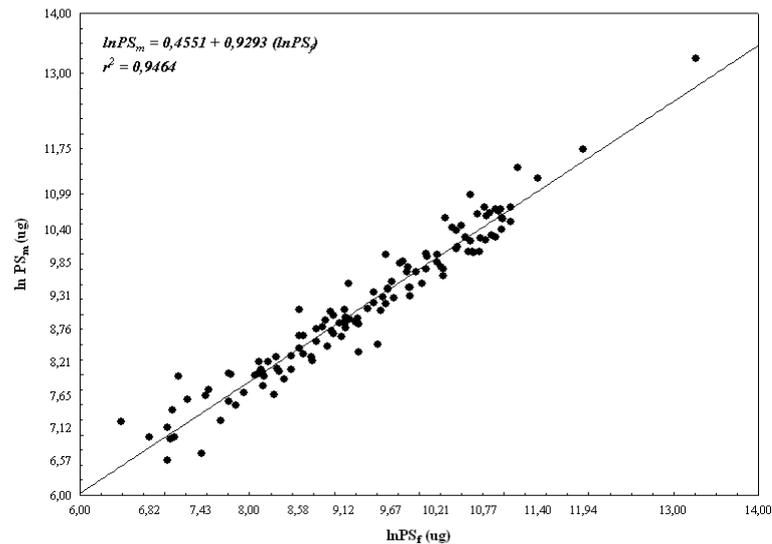
	<i>n</i>	$\bar{x}$	$x_{(1)}$	$x_{(132)}$	<i>S</i>
<b>PS<sub>f</sub></b>	132	24,0320	0,6539	577,1522	53,3977
<b>PS<sub>m</sub></b>	132	19,8923	0,7153	565,4017	51,3624

**PS<sub>f</sub>** e **PS<sub>m</sub>** - Peso seco de fêmeas e machos, respectivamente em mg.

A análise de regressão indicou uma relação entre o PS de ambos os sexos, com 95% dos valores de PS dos machos sendo explicados pelo PS das fêmeas ( $r^2 = 0,95$ ;  $F_{1,130} = 2294,9$ ;  $p < 0,00$ ); com os resíduos apresentando distribuição normal segundo o teste de Kolmogorov-Smirnoff ( $p > 0,20$ ). A figura 7 corresponde ao diagrama de dispersão obtido pela regressão, a qual é expressa pela equação:

$$\ln PS_m = 0,4551 + 0,9293 \ln PS_f \gg PS_m = 1,5763 \times PS_f^{0,9293}$$

Como mencionado na metodologia, esta equação foi utilizada para se estimar o peso seco das espécies/gêneros dos quais não foi possível obter-se o DIT de um dos sexos por falta de material disponível.



**Figura 6:** Diagrama de Dispersão dos valores transformados (ln) da média do PS<sub>m</sub> pela média do PS<sub>f</sub> (µg) de 132 espécies de abelhas.

## 4.2. SAZONALIDADE E ESTIMATIVA DO PESO SECO EM *Bombus*

A natureza dos dados não foi adequada às Análises de Variância em todos os intervalos de tempo determinados na metodologia. A classificação das amostras pelas variáveis temporais culminou no baixo número de indivíduos por parcela de tempo, além da grande diferença numérica entre elas.

Desta forma, apesar de ter-se encontrado esporádicas diferenças significativas em algumas análises, estas não serão consideradas como próprias para interpretação. A discussão sobre as variações sazonais em *Bombus* será fundamentada nos estudos sobre os gráficos de dispersão e à participação relativa em abundância e peso seco de cada casta sobre o tempo. Tais estudos possibilitaram o cálculo do peso seco pelo número de indivíduos amostrados por espécie ou gênero.

### 4.2.1. Sazonalidade em *Bombus bellicosus*

Foram amostrados 354 indivíduos desta espécie. Além do auxílio proporcionado pela observação morfológica, em observação ao diagrama de dispersão (figura 7), foram

consideradas como operárias todas as fêmeas cujo peso seco se encontrava entre 41,00 e 240,00 mg; e como rainhas todas as fêmeas com peso seco entre 282,24 e 585,08 mg. A distribuição entre as castas (ou sexos) e os valores respectivos ao peso seco encontram-se representados na tabela 7.

**Tabela 7:** Peso Seco e Porcentagem Relativa das Castas e Sexos em *B. bellicosus*.

<b>Casta/Sexo</b>	<b><math>n_i</math></b>	<b><math>f_i \times 100</math></b>	<b>PS Médio (mg)</b>	<b><math>S</math></b>	<b>Moda</b>	<b>Amplitude</b>
O	277	78,25%	105,6285	36,1975	80,0289	41,1931 - 239,0820
M	53	14,97%	91,7151	26,4258	109,5040	44,6929 - 188,4032
R	24	6,78%	422,9028	63,0118	546,1713	295,4928 - 531,2387
<b>Todos</b>	<b>354</b>	<b>100,00%</b>	<b>125,0569</b>	-	-	-

O – operárias, M – machos e R – rainhas.

A discussão sobre a sazonalidade em *B. bellicosus* foi fundamentada sobre o conhecimento adquirido em literatura (SAKAGAMI & LAROCA 1971, SAKAGAMI & MOURE 1962); sobre a observação dos gráficos de flutuação na abundância e peso seco relativos das castas e sexos no tempo, e também sobre o gráfico de dispersão (figura 7).

Observando-se os gráficos de frequência relativa, nota-se a variação sazonal na participação de cada casta e sexo quanto ao número de indivíduos e o peso seco relativo. Notam-se duas áreas superiores distintas, correspondentes às quinzenas nas quais se coletaram rainhas; entre estas duas porções, grande parte da área dos dois gráficos de participação relativa é ocupada pelos valores de porcentagem referentes às operárias (entre 20 de outubro e 23 de março); e a segunda aparição das rainhas é acompanhada por um aumento significativo na proporção de machos (após 19 de fevereiro para a abundância e 22 de março para o peso seco).

Concordando com o observado por SAKAGAMI & LAROCA (1971) para a mesma espécie, a porção onde a abundância relativa das rainhas é maior corresponde justamente ao fim do inverno e à primavera, com a maior proporção de indivíduos sendo coletada próximo ao equinócio de primavera, na quinzena que contém o dia 21 de setembro. Este período corresponde à fase em que se encontram rainhas em atividade à procura de pólen e locais para nidificação para a fundação de colônias, sendo anterior ao surgimento das operárias (como pode ser observado pelo gráfico).

A segunda porção no gráfico com participação de rainhas para a abundância e peso seco totais corresponde ao período entre 5 de fevereiro e 21 de abril. Esta é uma fase, durante o outono, em que rainhas recém eclodidas e oriundas das colônias já fundadas na primavera e no verão são coletadas esporadicamente. O aumento na proporção de machos coincide com esta aparição das rainhas, provável fase em que os indivíduos se reproduzem.

Pode-se presumir que após este evento as rainhas migrem à procura de abrigo para passarem pelo inverno, estação em que se tornam inativas, o que é demonstrado entre 22 de abril a 20 de junho, intervalo para o qual não havia rainhas correspondentes na coleção entomológica.

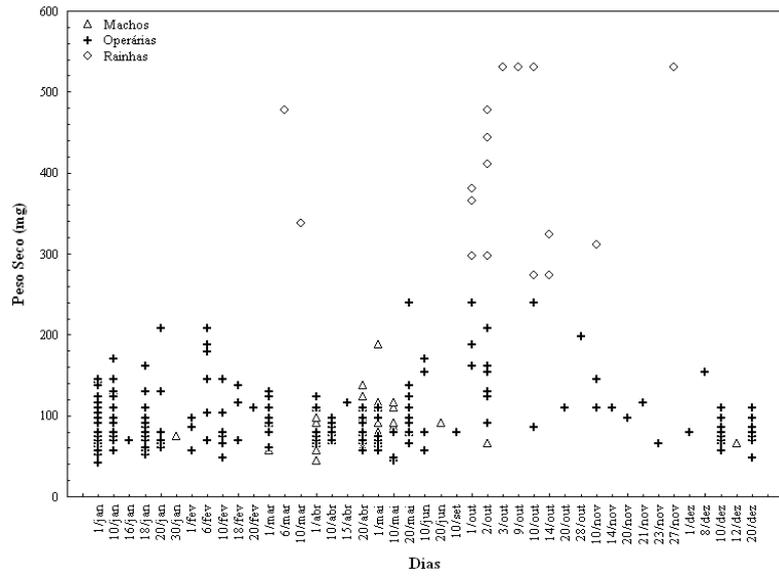
Como mencionado, a área central corresponde à participação das operárias justamente entre os picos de atividade das rainhas, ou seja, à fase inicial da primavera em que a presença de operárias é o indício da sobrevivência ao inverno de colônias já estabelecidas no ano anterior. A proporção de operárias amplia-se, com os valores máximos entre 5 de dezembro e 19 de fevereiro, intervalo correspondente à presença de operárias maiores, carregadas de pólen.

O crescimento na proporção de operárias entre março e junho, no outono, equivale à fase em que são encontradas fêmeas com baixo carregamento de pólen, pouco antes do inverno.

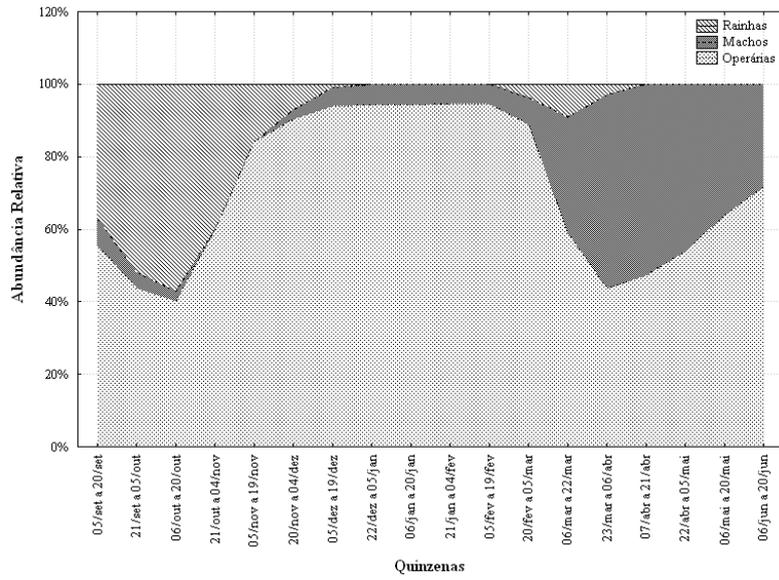
A proporção das áreas ocupadas pelas rainhas é maior quando se observa o gráfico do peso seco relativo, decorrente da grande diferença entre o tamanho destas e o das operárias e machos.

As variações no peso seco dos machos são muito semelhantes às de abundância relativa, indicando mais a relação entre os dois fatores do que alterações no tamanho destes animais.

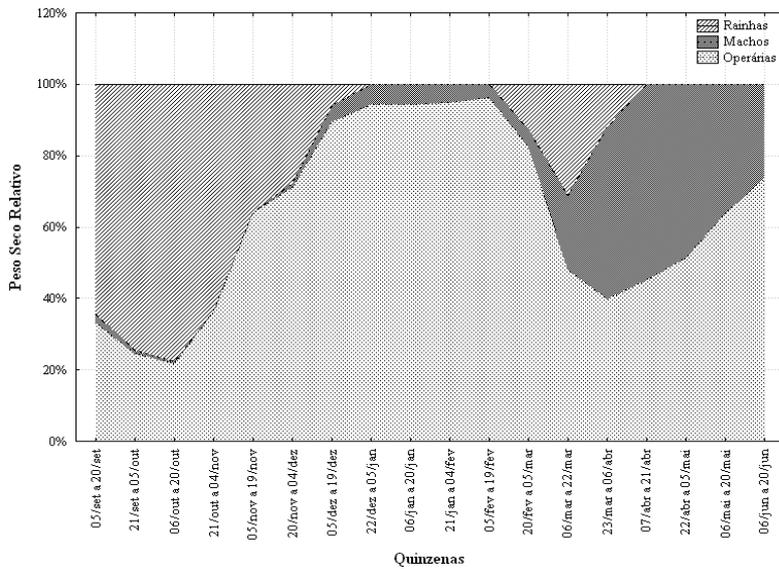
Para as operárias, comparando-se o gráfico do peso seco relativo e o de abundância relativa, observam-se diferenças quanto à curvatura do seu maior período de atividade, após o mês de novembro. A inclinação de peso seco é mais íngreme e há duas alterações na curvatura, este período poderia corresponder ao surgimento das operárias maiores, que provêm aos ninhos grandes quantidades de pólen antes das fases de queda na temperatura e disponibilidade de alimentos do outono e inverno. Entretanto, em observação ao diagrama de dispersão, nota-se que não há coincidência entre esta fase e a presença de indivíduos maiores, os quais se encontram dispersos pelo gráfico.



a



b



c

Figura 7: a – Diagrama de dispersão; b – Abundância Relativa e c – PS relativo de *B. bellicosus*.

#### 4.2.2. Sazonalidade em *Bombus morio*

Foram amostrados 144 indivíduos os quais foram distribuídos, com o auxílio da classificação morfológica e pelo diagrama de dispersão (figura 8), entre 104 operárias (56,3647 - 298,0813 mg), 18 rainhas (389,845 - 604,4562 mg) e 22 machos, como demonstrado na tabela 8.

**Tabela 8:** Peso seco e porcentagem relativa das castas e sexos em *B. morio*.

Castas/Sexo	$n_i$	$f_i \times 100$	PS Médio (mg)	S	Moda	Amplitude
O	104	72,22%	172,0360	56,9617	188,4032	56,3647 - 298,0813
M	22	15,28%	145,7576	41,3200	123,0621	44,6929 - 262,6483
R	18	12,50%	492,8290	67,3171	Múltipla	389,845 - 604,4562
<b>Todos</b>	<b>144</b>	<b>100,00%</b>	<b>208,1198</b>	-	-	-

O – operárias, M – machos e R – rainhas.

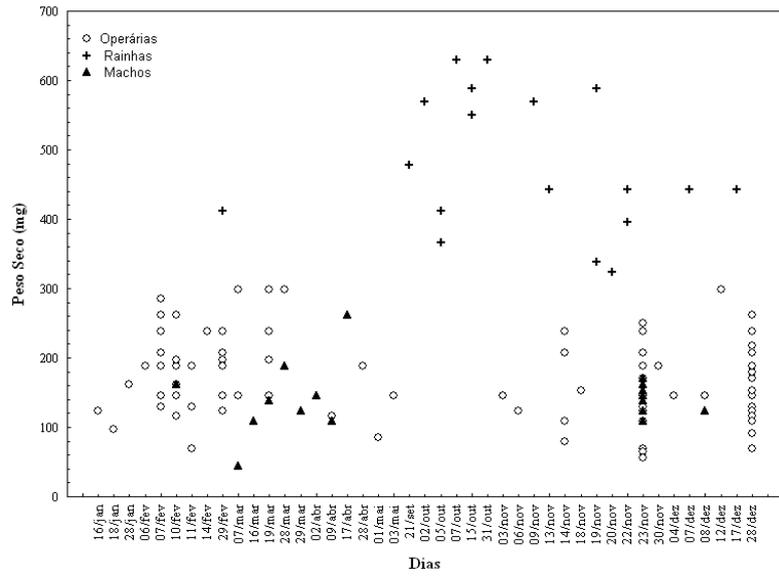
Devido ao baixo número de indivíduos amostrados para esta espécie, os gráficos de abundância e peso seco relativo (fig. 8) não possibilitaram maiores interpretações sobre a sazonalidade de *B. morio*.

Contudo, pode-se explicar que a maior atividade das operárias restringe-se entre 20 de outubro, atingindo o auge entre 6 a 20 de janeiro, e decaindo após a segunda aparição de rainhas, logo após 20 de janeiro.

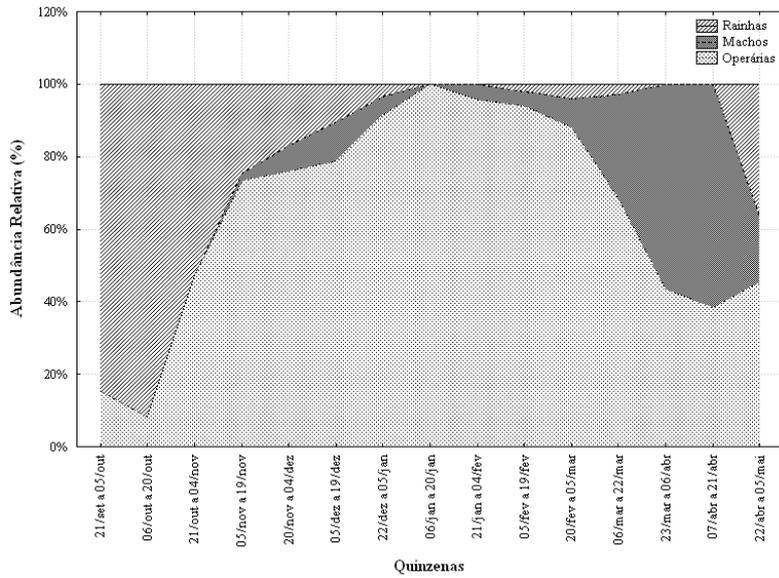
Novamente, esta porção localiza-se entre os dois picos de atividade das rainhas; e nota-se o aumento na proporção da abundância e do peso seco dos machos após o início do segundo pico de atividade das rainhas (entre 21 de janeiro e 6 de abril). A maior atividade das rainhas ocorre entre 21 de setembro e 6 de janeiro; evidenciada pelas proporções de abundância e pelo peso seco.

O extremo observado entre 06 e 21 de abril é relacionado à ausência de rainhas neste intervalo de tempo, o que pode ser apenas artefato do conjunto de dados disponível.

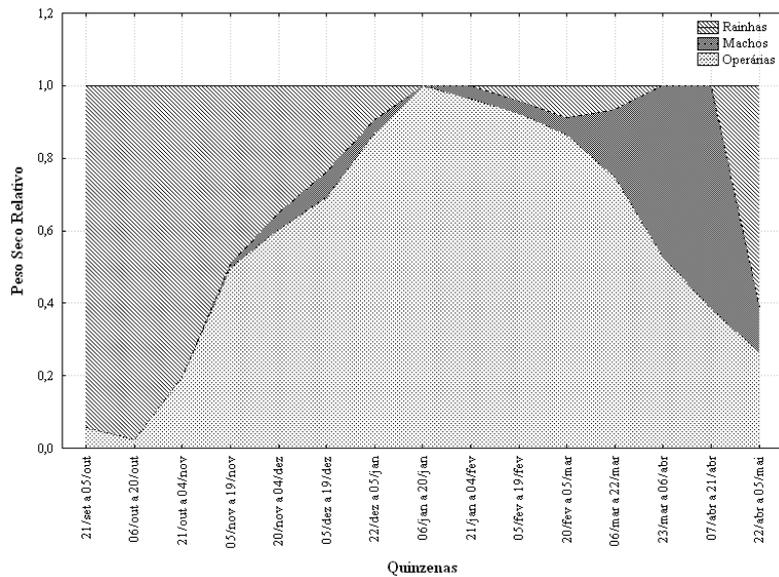
Através do diagrama de dispersão observa-se a presença de operárias maiores entre 14 de novembro e 28 de dezembro, assim como entre 7 de fevereiro e 28 de março; durante a primavera e o verão. Este período corresponde à fase em que elas são encontradas, como descrito na literatura (SAKAGAMI & LAROCCA 1971).



**a**



**b**



**c**

**Figura 8:** a – Diagrama de dispersão; b – Abundância Relativa e c – Peso seco relativo de *B. morio*.

#### 4.2.3. Sazonalidade em *Bombus pauloensis*

Foram amostrados 508 indivíduos de *B. pauloensis*, correspondendo a 416 operárias (31,7950 - 228,3006 mg), 46 rainhas (298,0813 - 650,8064 mg) e 46 machos (44,6929 - 109,5040 mg). Tal qual para as outras espécies, a observação do diagrama de dispersão (figura 9) auxiliou na determinação da abrangência do peso seco das fêmeas quanto à casta. A tabela 9 demonstra os valores referentes a cada casta e sexo.

**Tabela 9:** Peso seco e porcentagem relativa das castas e sexos em *B. pauloensis*.

Castas/Sexo	$n_i$	$f_i \times 100$	PS Médio (mg)	S	Moda	Amplitude
O	416	81,89%	100,4614	27,8285	109,5040	31,7950 - 228,3006
M	46	9,06%	85,2456	17,0921	91,0863	44,6929 - 109,5040
R	46	9,06%	441,1968	86,1999	443,5369	298,0813 - 650,8064
<b>Todos</b>	<b>508</b>	<b>100,00%</b>	<b>129,9635</b>	-	-	-

O – operárias, M – machos e R – rainhas.

O elevado número de indivíduos coletados possibilitou uma boa visualização gráfica da fenologia entre as castas e sexos de *B. pauloensis*. Os padrões de alterações na proporção do peso seco e do número de indivíduos são semelhantes aos já descritos neste trabalho para as demais espécies de *Bombus*. A amostragem de rainhas já se inicia desde o fim de junho, com o auge de cerca de 60% dos indivíduos coletados entre 20 de setembro e 20 de outubro, período correspondente ao início da primavera, como descrito, correspondendo provavelmente a fêmeas que já realizaram cópula e que neste período procuram por locais para nidificação e fundação de uma nova colônia após a diapausa durante o inverno (como observado entre 20 de maio e 20 de junho, quando a participação em abundância e biomassa decai a zero).

O segundo período em que foram encontradas rainhas coletadas se estende entre o fim de janeiro ao início de junho, com valores baixos para os extremos, e porcentagem maior entre 7 de abril e 6 de maio, correspondendo às rainhas recém eclodidas. Novamente estas são acompanhadas pelo aumento na porcentagem dos machos, sendo que a diferença é mais notável pelo gráfico de peso seco, como mostrado pela diferença na participação relativa a partir de 5 de março.

Novamente, entre os dois picos de atividades das rainhas, as operárias alcançam seus maiores índices de participação relativa, durante a primavera e o verão. A partir de 4 de dezembro, após uma queda nas porcentagens relativas à abundância e ao peso seco, ocorre um aumento considerável na abundância e peso seco dos indivíduos, o qual pode estar relacionado ao surgimento das operárias grandes, assim como a queda na atividade das rainhas.

A observação ao gráfico de dispersão evidencia a concentração de operárias de peso seco elevado entre novembro e março, período já descrito na literatura (SAKAGAMI & LAROCCA 1971) como de atividade destes indivíduos.

#### 4.2.4. Estimativa do Peso Seco em *Bombus*

O conjunto de dados das três espécies foi utilizado para a estimativa dos valores de abundância, peso seco e suas respectivas porcentagens relativas para o gênero, como apresentando na tabela 10.

**Tabela 10:** Peso seco e porcentagem relativa das castas e sexos em *Bombus*.

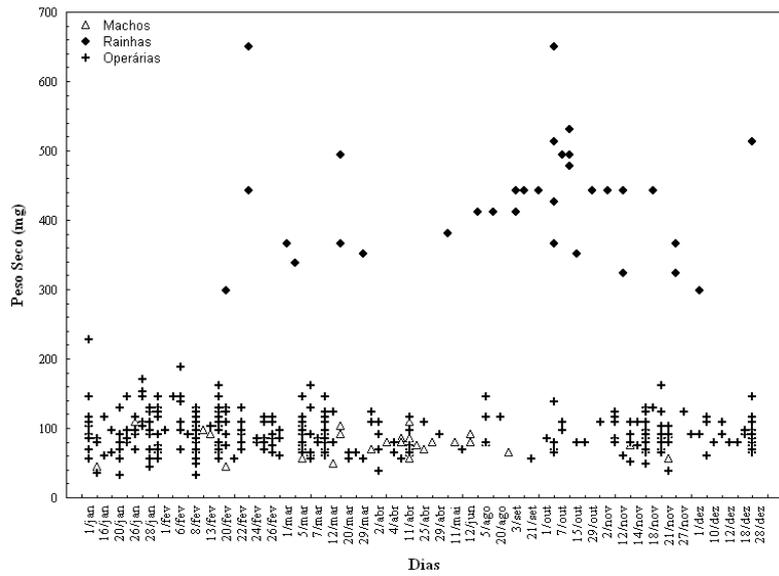
Castas/sexo	$n_i$	$f_i \times 100$	PS Médio (mg)	$S$	Moda	Amplitude
O	797	79,22%	126,0420	44,7281	83,2051	31,7950 - 298,0813
M	121	12,03%	107,5728	33,6785	113,6390	44,6929 - 262,6483
R	88	8,75%	452,3095	97,7272	Múltipla	295,4928 - 650,8064
<b>Todos</b>	<b>1006</b>	<b>100,00%</b>	<b>152,3686</b>	-	-	-

O – operárias, M – machos e R – rainhas.

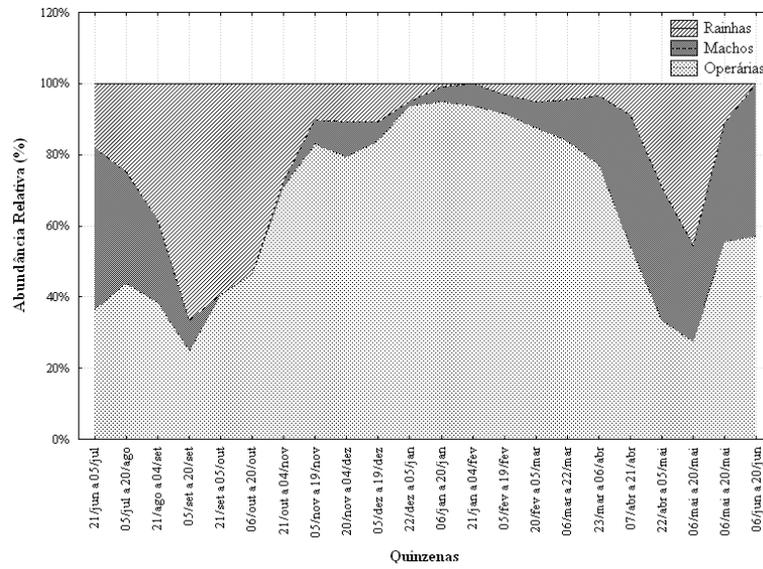
Para se estabelecer o peso seco pelo número de indivíduos amostrados em cada levantamento, os valores de PS médio encontrados para o gênero ou espécie foram utilizados na equação II:

$$I) \quad \overline{PS}_{tx} = (\%R \times \overline{PS}_R) + (\%O \times \overline{PS}_O) + (\%M \times \overline{PS}_M)$$

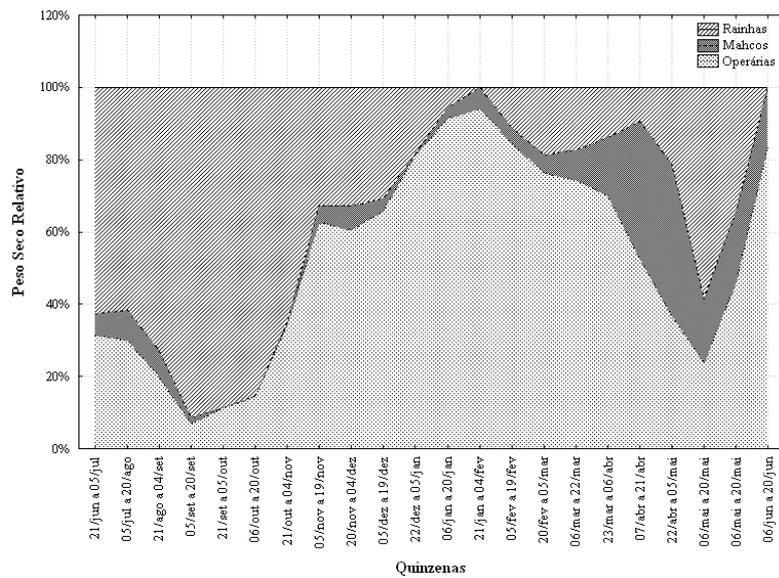
$$II) \quad PS_{tx} = N \times \overline{PS}_{sp}$$



**a**



**b**



**c**

**Figura 9:** a – Diagrama múltiplo de dispersão; b – Abundância Relativa e c – PS relativo de *B. pauloensis*.

Onde  $N$  corresponde à abundância total comparável (número de indivíduos/h amostrados por levantamento);  $\%C$  à porcentagem relativa à abundância anual de cada casta ou sexo;  $\overline{PS}_C$  ao peso seco médio da respectiva casta ou sexo; e  $\overline{PS}_{tx}$  ao peso seco médio da espécie ou do gênero.

Esta fórmula leva em consideração as variações temporais, pois o peso seco médio dos táxons foi obtido levando em consideração o valor total do conjunto de indivíduos coletados pelo o período virtual de um ano, uma vez que este foi obtido a partir de todos os indivíduos destas espécies presentes na coleção entomológica DZUP. Este conjunto de dados compreende uma informação cumulativa que pode refletir características de uma população, possibilitando o acesso à porcentagem relativa de cada casta ou sexo no tempo e considerando, desta forma, suas possíveis flutuações e conseqüências para o somatório total, como demonstrado de forma ilustrativa pela equação I.

### 4.3. ESTABELECIMENTO DAS CLASSES

#### 4.3.1. Classes de Peso Seco

Apresentam-se no anexo 4 os valores estimados para machos e fêmeas das espécies listadas pelos três levantamentos, os quais não puderam ser utilizados para os estudos comparativos pela ausência de informação sobre a abundância desses táxons em L1. Desta forma, como descrito, o estudo baseou-se nos valores dos parâmetros a nível genérico.

A tabela 11 demonstra a classificação desenvolvida pela separação do número total de gêneros pelos quatro decis (mínimo = 1,27 mg,  $Q_1 = 3,48$  mg,  $Q_2 = 7,70$  mg;  $Q_3 = 12,83$  mg,  $Q_4 = 29,77$  mg e máximo = 231,28 mg), contendo o intervalo de abrangência de cada classe estabelecida e sua frequência de gêneros, para Apidae e suas subfamílias.

Devido à metodologia adotada, com o aumento dos valores do peso seco, amplia-se muito o intervalo das classes, o que poderia proporcionar uma tendência ao aumento da frequência relativa das classes de valores mais elevados. Contudo, quando se observa a distribuição dos gêneros dentro de Apidae, encontra-se grande similaridade entre a porcentagem relativa de cada classe, o que pode refletir uma boa acuidade de cada intervalo para dividir a população em cinco classes equivalentes.

A observação da classificação dos gêneros demonstra a sua distribuição quanto ao seu peso seco, sendo estes classificados como de peso seco baixo (PSB), médio inferior (PSMI), médio (PSM), médio superior (PSMS) ou elevado (PSE).

A caracterização das subfamílias foi feita em observação à frequência acumulada ( $f_{ac}$ ). Para Apinae, observa-se que a maioria dos gêneros amostrados corresponde a indivíduos de peso seco médio a elevado; para Andreninae e Halictinae, de peso seco baixo a médio; para Colletinae, de médio a médio superior; e de peso seco elevado para Megachilinae.

As implicações desta caracterização aos outros parâmetros e aos levantamentos serão discutidas posteriormente, quando apresentados os estudos comparativos.

**Tabela 11:** Distribuição dos gêneros dentre as classes de peso seco em nível de subfamília e família.

<b>Gêneros de Apinae</b>				
<b>Classificação</b>	<b>PS (mg)</b>	<b><math>n_i</math></b>	<b><math>f_i \times 100</math></b>	<b><math>f_{ac}</math></b>
Peso Seco Baixo	1,2678 – 3,4778	1	4,55%	4,55%
Peso Seco Médio Inferior	3,4778 – 7,6986	6	27,27%	31,82%
Peso Seco Médio	7,6986 – 12,8300	2	9,09%	40,91%
Peso Seco Médio Superior	12,8300 – 29,7720	6	27,27%	68,18%
Peso Seco Elevado	29,7720 – 231,3000	7	31,82%	100,00%
<b>Total</b>		<b>22</b>	<b>100,00%</b>	
<b>Gêneros de Halictinae</b>				
<b>Classificação</b>	<b>PS (mg)</b>	<b><math>n_i</math></b>	<b><math>f_i \times 100</math></b>	<b><math>f_{ac}</math></b>
Peso Seco Baixo	1,2678 – 3,4778	6	37,50%	37,50%
Peso Seco Médio Inferior	3,4778 – 7,6986	3	18,75%	56,25%
Peso Seco Médio	7,6986 – 12,8300	6	37,50%	93,75%
Peso Seco Médio Superior	12,8300 – 29,7720	1	6,25%	100,00%
Peso Seco Elevado	29,7720 – 231,3000	0	0,00%	-
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>100,00%</b>	
<b>Gêneros de Andreninae</b>				
<b>Classificação</b>	<b>Peso Seco (mg)</b>	<b><math>n_i</math></b>	<b><math>f_i \times 100</math></b>	<b><math>f_{ac}</math></b>
Peso Seco Baixo	1,2678 – 3,4778	2	28,57%	28,57%
Peso Seco Médio Inferior	3,4778 – 7,6986	2	28,57%	57,14%
Peso Seco Médio	7,6986 – 12,8300	2	28,57%	85,71%
Peso Seco Médio Superior	12,8300 – 29,7720	1	14,29%	100,00%
Peso Seco Elevado	29,7720 – 231,3000	0	0,00%	-
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>	
<b>Gêneros de Colletinae</b>				
<b>Classificação</b>	<b>Peso Seco (mg)</b>	<b><math>n_i</math></b>	<b><math>f_i \times 100</math></b>	<b><math>f_{ac}</math></b>
Peso Seco Baixo	1,2678 – 3,4778	2	28,57%	28,57%
Peso Seco Médio Inferior	3,4778 – 7,6986	0	0,00%	28,57%
Peso Seco Médio	7,6986 – 12,8300	1	14,29%	42,86%
Peso Seco Médio Superior	12,8300 – 29,7720	3	42,86%	85,71%
Peso Seco Elevado	29,7720 – 231,3000	1	14,29%	100,00%
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>	
<b>Gêneros de Megachilinae</b>				
<b>Classificação</b>	<b>Peso Seco (mg)</b>	<b><math>n_i</math></b>	<b><math>f_i \times 100</math></b>	<b><math>f_{ac}</math></b>
Peso Seco Baixo	1,2678 – 3,4778	0	0,00%	0,00%
Peso Seco Médio Inferior	3,4778 – 7,6986	0	0,00%	0,00%
Peso Seco Médio	7,6986 – 12,8300	0	0,00%	0,00%
Peso Seco Médio Superior	12,8300 – 29,7720	0	0,00%	0,00%
Peso Seco Elevado	29,7720 – 231,3000	4	100,00%	100,00%
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>100,00%</b>	

Tabela 11: Continuação

Gêneros de Apidae				
Classificação	Peso Seco (mg)	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Peso Seco Baixo	1,2678 – 3,4778	11	19,64%	19,64%
Peso Seco Médio Inferior	3,4778 – 7,6986	11	19,64%	39,29%
Peso Seco Médio	7,6986 – 12,8300	11	19,64%	58,93%
Peso Seco Médio Superior	12,8300 – 29,7720	11	19,64%	78,57%
Peso Seco Elevado	29,7720 – 231,3000	12	21,43%	100,00%
<b>Total</b>		<b>56</b>	<b>100,00%</b>	

#### 4.3.2. Classes de Abundância Comparável

A tabela 12 demonstra a classificação desenvolvida pela separação do número total de gêneros mais um (valores convertidos em porcentagem) pelos quatro decis (mínimo = 0,00%;  $Q_1 = 0,18\%$ ;  $Q_2 = 1,03\%$ ;  $Q_3 = 2,80\%$ ;  $Q_4 = 13,73\%$  e máximo = 100,00%), além do intervalo de abrangência de suas classes de abundância e a frequência relativa dos gêneros para as subfamília e Apidae para os três levantamentos.

Também pode ser observada grande diferença na amplitude de cada classe, contudo, a exemplo da subfamília Megachilinae, nota-se a semelhança entre a abundância de gêneros para classes de extremo opostos, o que pode ser um indicio da eficiência para a divisão de classes equivalentes.

Portanto, para considerações posteriores em relação à sua abundância, os gêneros foram considerados segundo seu posicionamento dentre as classes como raros, ocasionais, intermediários, abundantes ou dominantes.

#### 4.3.3. Divisões das Classes de Biomassa

Pela separação por decis, os gêneros (tabela 13) foram classificados como de biomassa baixa, média inferior, média, média superior ou elevada (mínimo = 0,00%;  $Q_1 = 0,02\%$ ;  $Q_2 = 0,06\%$ ;  $Q_3 = 0,35\%$ ;  $Q_4 = 1,73\%$  e máximo = 100,00%), para os três levantamentos.

Há também diferenças quanto à amplitude de cada classe, contudo assim como para as classes de abundância comparável, em Megachilinae, a similaridade em porções opostas de classes de biomassa promoveu a aceitação das mesmas, as quais também serão utilizadas para considerações posteriores.

**Tabela 12** - Freqüência relativa do número de gêneros por classe de abundância relativa. Constando as abelhas amostradas em cada um dos levantamentos sistematizados (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná).

GÊNEROS EM APINAE										
Classificação	Abundância Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Raros	0,0000 †0,1812%	10	45,45%	45,45%	9	40,91%	40,91%	8	36,36%	36,36%
Ocasionais	0,1812 † 1,0303%	2	9,09%	54,55%	2	9,09%	50,00%	3	13,64%	50,00%
Intermediários	1,0303 † 2,8020%	5	22,73%	77,27%	2	9,09%	59,09%	6	27,27%	77,27%
Abundantes	2,8020 †13,7287%	2	9,09%	86,36%	6	27,27%	86,36%	2	9,09%	86,36%
Dominantes	13,7287 100 %	3	13,64%	100,00%	3	13,64%	100,00%	3	13,64%	100,00%
<b>Total</b>		<b>22</b>	<b>100,00%</b>		<b>22</b>	<b>100,00%</b>		<b>22</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM HALICTINAE										
Classificação	Abundância Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Raros	0,0000 †0,1812%	2	12,50%	12,50%	3	18,75%	18,75%	4	25,00%	25,00%
Ocasionais	0,1812 † 1,0303%	2	12,50%	25,00%	3	18,75%	37,50%	2	12,50%	37,50%
Intermediários	1,0303 † 2,8020%	2	12,50%	37,50%	4	25,00%	62,50%	1	6,25%	43,75%
Abundantes	2,8020 †13,7287%	3	18,75%	56,25%	1	6,25%	68,75%	4	25,00%	68,75%
Dominantes	13,7287 100 %	7	43,75%	100,00%	5	31,25%	100,00%	5	31,25%	100,00%
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>100,00%</b>		<b>16</b>	<b>100,00%</b>		<b>16</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM ANDRENINAE										
Classificação	Abundância Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Raros	0,0000 †0,1812%	2	28,57%	28,57%	4	57,14%	57,14%	2	28,57%	28,57%
Ocasionais	0,1812 † 1,0303%	2	28,57%	57,14%	1	14,29%	71,43%	1	14,29%	42,86%
Intermediários	1,0303 † 2,8020%	1	14,29%	71,43%	0	0,00%	71,43%	2	28,57%	71,43%
Abundantes	2,8020 †13,7287%	2	28,57%	100,00%	2	28,57%	100,00%	1	14,29%	85,71%
Dominantes	13,7287 100 %	0	0,00%	-	0	0,00%	-	1	14,29%	100,00%
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM COLLETINAE										
Classificação	Abundância Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Raros	0,0000 †0,1812%	4	57,14%	57,14%	3	42,86%	42,86%	1	14,29%	14,29%
Ocasionais	0,1812 † 1,0303%	1	14,29%	71,43%	2	28,57%	71,43%	3	42,86%	57,14%
Intermediários	1,0303 † 2,8020%	1	14,29%	85,71%	2	28,57%	100,00%	2	28,57%	85,71%
Abundantes	2,8020 †13,7287%	1	14,29%	100,00%	0	0,00%	-	1	14,29%	100,00%
Dominantes	13,7287 100 %	0	0,00%	-	0	0,00%	-	0	0,00%	-
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM MEGACHILINAE										
Classificação	Abundância Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Raros	0,0000 †0,1812%	2	50,00%	50,00%	2	50,00%	50,00%	1	25,00%	25,00%
Ocasionais	0,1812 † 1,0303%	0	0,00%	50,00%	1	25,00%	75,00%	1	25,00%	50,00%
Intermediários	1,0303 † 2,8020%	1	25,00%	75,00%	0	0,00%	75,00%	0	0,00%	50,00%
Abundantes	2,8020 †13,7287%	1	25,00%	100,00%	0	0,00%	75,00%	1	25,00%	75,00%
Dominantes	13,7287 100 %	0	0,00%	-	1	25,00%	100,00%	1	25,00%	100,00%
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>100,00%</b>		<b>4</b>	<b>100,00%</b>		<b>4</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM APIDAE										
Classificação	Abundância Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Raros	0,0000 †0,1812%	20	35,71%	35,71%	21	37,50%	37,50%	16	28,57%	28,57%
Ocasionais	0,1812 † 1,0303%	7	12,50%	48,21%	9	16,07%	53,57%	10	17,86%	46,43%
Intermediários	1,0303 † 2,8020%	10	17,86%	66,07%	8	14,29%	67,86%	11	19,64%	66,07%
Abundantes	2,8020 †13,7287%	9	16,07%	82,14%	9	16,07%	83,93%	9	16,07%	82,14%
Dominantes	13,7287 100 %	10	17,86%	100,00%	9	16,07%	100,00%	10	17,86%	100,00%
<b>Total</b>		<b>56</b>	<b>247,83%</b>		<b>56</b>	<b>247,83%</b>		<b>56</b>	<b>100,00%</b>	

**Tabela 13** – Freqüência relativa do número de gêneros por classe de biomassa relativa. Constando as abelhas amostradas em cada um dos levantamentos sistematizados (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná).

GÊNEROS EM APINAE										
Classificação	Biomassa Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Baixa	0,0000 †0,0166%	8	36,36%	36,36%	9	40,91%	40,91%	8	36,36%	36,36%
Média Inferior	0,0166 † 0,0606%	1	4,55%	40,91%	2	9,09%	50,00%	1	4,55%	40,91%
Média	0,0606 † 0,3511%	6	27,27%	68,18%	3	13,64%	63,64%	4	18,18%	59,09%
Média Superior	0,3511 † 1,727%	2	9,09%	77,27%	4	18,18%	81,82%	4	18,18%	77,27%
Elevada	1,727 100,1 %	5	22,73%	100,00%	4	18,18%	100,00%	5	22,73%	100,00%
<b>Total</b>		<b>22</b>	<b>100,00%</b>		<b>22</b>	<b>100,00%</b>		<b>22</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM HALICTINAE										
Classificação	Biomassa Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Baixa	0,0000 †0,0166%	3	18,75%	18,75%	4	25,00%	25,00%	4	25,00%	25,00%
Média Inferior	0,0166 † 0,0606%	0	0,00%	18,75%	5	31,25%	56,25%	2	12,50%	37,50%
Média	0,0606 † 0,3511%	4	25,00%	43,75%	1	6,25%	62,50%	1	6,25%	43,75%
Média Superior	0,3511 † 1,727%	4	25,00%	68,75%	2	12,50%	75,00%	4	25,00%	68,75%
Elevada	1,727 100,1 %	5	31,25%	100,00%	4	25,00%	100,00%	5	31,25%	100,00%
<b>Total</b>		<b>16</b>	<b>100,00%</b>		<b>16</b>	<b>100,00%</b>		<b>16</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM ANDRENNINAE										
Classificação	Biomassa Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Baixa	0,0000 †0,0166%	2	28,57%	28,57%	4	57,14%	57,14%	2	28,57%	28,57%
Média Inferior	0,0166 † 0,0606%	1	14,29%	42,86%	1	14,29%	71,43%	2	28,57%	57,14%
Média	0,0606 † 0,3511%	2	28,57%	71,43%	0	0,00%	71,43%	1	14,29%	71,43%
Média Superior	0,3511 † 1,727%	2	28,57%	100,00%	2	28,57%	100,00%	1	14,29%	85,71%
Elevada	1,727 100,1 %	0	0,00%	-	0	0,00%	-	1	14,29%	100,00%
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM COLLETINAE										
Classificação	Biomassa Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Baixa	0,0000 †0,0166%	4	57,14%	57,14%	3	42,86%	42,86%	1	14,29%	14,29%
Média Inferior	0,0166 † 0,0606%	1	14,29%	71,43%	0	0,00%	42,86%	1	14,29%	28,57%
Média	0,0606 † 0,3511%	1	14,29%	85,71%	4	57,14%	100,00%	3	42,86%	71,43%
Média Superior	0,3511 † 1,727%	1	14,29%	100,00%	0	0,00%	-	2	28,57%	100,00%
Elevada	1,727 100,1 %	0	0,00%	-	0	0,00%	-	0	0,00%	-
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>		<b>7</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM MEGACHILINAE										
Classificação	Biomassa Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Baixa	0,0000 †0,0166%	1	25,00%	25,00%	2	50,00%	50,00%	1	25,00%	25,00%
Média Inferior	0,0166 † 0,0606%	1	25,00%	50,00%	0	0,00%	50,00%	0	0,00%	25,00%
Média	0,0606 † 0,3511%	0	0,00%	50,00%	1	25,00%	75,00%	0	0,00%	25,00%
Média Superior	0,3511 † 1,727%	1	25,00%	75,00%	0	0,00%	75,00%	1	25,00%	50,00%
Elevada	1,727 100,1 %	1	25,00%	100,00%	1	25,00%	100,00%	2	50,00%	100,00%
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>100,00%</b>		<b>4</b>	<b>100,00%</b>		<b>4</b>	<b>100,00%</b>	

GÊNEROS EM APIDAE										
Classificação	Biomassa Relativa	SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1962-1963			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 1981-1982			SÃO JOSÉ DOS PINHAIS 2004-2005		
		$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$	$n_i$	$f_i \times 100$	$f_{ac}$
Baixa	0,0000 †0,0166%	18	32,14%	32,14%	22	39,29%	39,29%	16	28,57%	28,57%
Média Inferior	0,0166 † 0,0606%	4	7,14%	39,29%	8	14,29%	53,57%	5	8,93%	37,50%
Média	0,0606 † 0,3511%	13	23,21%	62,50%	10	17,86%	71,43%	10	17,86%	55,36%
Média Superior	0,3511 † 1,727%	10	17,86%	80,36%	7	12,50%	83,93%	12	21,43%	76,79%
Elevada	1,727 100,1 %	11	19,64%	100,00%	9	16,07%	100,00%	13	23,21%	100,00%
<b>Total</b>		<b>56</b>	<b>100,00%</b>		<b>56</b>	<b>100,00%</b>		<b>56</b>	<b>100,00%</b>	

#### 4.4. A ASSEMBLÉIA DE APIDAE SOB A PERSPECTIVA DA BIOMASSA

Neste tópico serão discutidas as implicações dos valores estimados e das classificações das subfamílias e gêneros para a interpretação da estrutura da assembléia de Apidae representada pelos levantamentos sistematizados. Faz-se ainda uma explanação sobre a inclusão estimada de *Apis mellifera*.

##### 4.4.1. Variações na Abundância Comparável

Considerando-se o somatório dos três levantamentos, foram coletados 51,24 *i/h*. Observa-se que entre L1 e L3 há uma queda de 75,62% na abundância comparável de abelhas, sendo que o último levantamento possui apenas 24,38% do número equivalente de indivíduos coletados em L1; e L2 apenas 39,08% da abundância inicial, a qual corresponde a 61,18% do total (tabela 14).

**Tabela 14:** Mudanças nos valores de abundância comparável (*i/h*) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos.

Levantamentos	Abundância ( <i>i/h</i> )	% ao Total	% a L1	Queda Percentual
1962 - 1963 (L1)	31,3433	61,18%	-	-
1981 - 1982 (L2)	12,2499	23,91%	39,08%	60,92%
2004 - 2005 (L3)	7,6403	14,91%	24,38%	75,62%
<b>Total</b>	<b>51,2335</b>	-	-	-

Em relação às subfamílias, o esquema abaixo ilustra a sua hierarquia de predominância, a qual preponderou para todos os levantamentos:

**Halictinae > Apinae > Megachilinae > Andreninae > Colletinae**

As subfamílias de maior abundância comparável apresentaram também as maiores quedas percentuais entre L1 e L3, enquanto que as demais demonstraram aumento em sua porcentagem relativa (tabela 15), com Megachilinae possuindo a menor queda percentual, 55,43% (tabela 16).

**Tabela 15:** Valores de Abundância Comparável (*i/h*) e a sua porcentagem relativa por subfamília aos respectivos levantamentos (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná).

Subfamília	L1	L2	L3
Halictinae	18,2015 (58,07%)	7,4310 (60,66%)	4,2878 (56,12%)
Apinae	11,2836 (36,00%)	4,0744 (33,26%)	2,5637 (33,55%)
Megachilinae	0,6194 (1,98%)	0,4387 (3,58%)	0,2761 (3,61%)
Andreninae	0,9403 (3,00%)	0,1928 (1,57%)	0,3944 (5,16%)
Colletinae	0,2985 (0,95%)	0,1130 (0,92%)	0,1183 (1,55%)
<b>Total</b>	<b>31,3433</b>	<b>12,2499</b>	<b>7,6403</b>

**Tabela 16:** Variação total nos valores de abundância comparável (*i/h*) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos para as subfamílias.

Levantamentos	Apinae		
	Abundância ( <i>i/h</i> )	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	11,2836	100,00%	-
1981/1982	4,0744	36,11%	63,89%
2004/2005	2,5637	22,72%	77,28%
<b>Total</b>	17,9217	-	-
	Halictinae		
	Abundância ( <i>i/h</i> )	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	18,2015	100,00%	-
1981/1982	7,4310	40,83%	59,17%
2004/2005	4,2878	23,56%	76,44%
<b>Total</b>	29,9203	-	-
	Megachilinae		
	Abundância ( <i>i/h</i> )	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	0,6194	100,00%	-
1981/1982	0,4387	70,82%	29,18%
2004/2005	0,2761	44,57%	55,43%
<b>Total</b>	1,3342	-	-
	Andreninae		
	Abundância ( <i>i/h</i> )	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	0,9403	100,00%	-
1981/1982	0,1928	20,50%	79,50%
2004/2005	0,3944	41,95%	58,05%
<b>Total</b>	1,5275	-	-
	Colletinae		
	Abundância ( <i>i/h</i> )	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	0,2985	100,00%	-
1981/1982	0,1130	37,85%	62,15%
2004/2005	0,1183	39,64%	60,36%
<b>Total</b>	0,5298	-	-

A tabela 17 foi construída para demonstrar os valores de abundância comparável e a porcentagem relativa dos gêneros os quais foram julgados interessantes para ilustrar as variações e distribuições dentre e entre os levantamentos.

Dos oito gêneros mencionados, cinco estão sempre presentes, *Augochlora*, *Augochloropsis*, *Bombus*, *Dialictus* e *Paroxystoglossa*, dos quais quatro pertencem a Halictinae; dois estão presentes em pelo menos duas das amostragens, *Pseudagapostemon* e *Trigona*; e dois presentes em pelo menos uma das coletas, *Megachile* e *Psaenythia*. *Bombus* e *Augochloropsis* apresentaram predominância em todos os levantamentos, sendo sua porcentagem relativa do primeiro gênero mencionado maior em L2 (18,38% de todos os indivíduos coletados por hora) e a do segundo em L3 (13,86%, menor do que a inicial de 16,07%). *Trigona* foi o gênero de maior predominância em L1 (16,07%), estando ausente dentre os oito gêneros listados em L2. Em exceção a *Augochloropsis* e *Ceratina*, a porcentagem relativa decaiu para todos os gêneros, comparando-se L1 a L3 (tabela 17).

**Tabela 17:** Oito gêneros de maior abundância comparável dentre os três levantamentos realizados (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná)

Gêneros de Maior Abundância em SJP - 61/62		
Gênero	Abundância (i/h)	Porcentagem Relativa ao Total
<i>Trigona</i> (Apinae)	5,0373	16,07%
<i>Paroxystoglossa</i> (Halictinae)	4,4701	14,26%
<i>Dialictus</i> (Halictinae)	4,1343	13,19%
<i>Bombus</i> (Apinae)	2,9552	9,43%
<i>Augochloropsis</i> (Halictinae)	2,7090	8,64%
<i>Pseudagapostemon</i> (Halictinae)	2,4254	7,74%
<i>Ceratina</i> (Apinae)	1,9701	6,29%
<i>Augochlora</i> (Halictinae)	1,1045	3,52%

**Tabela 17:** Continuação.

<b>Gêneros de Maior Abundância em SJP - 1981/1982</b>		
<b>Gênero</b>	<b>Abundância (i/h)</b>	<b>Porcentagem Relativa ao Total</b>
<i>Bombus</i> (Apinae)	2,2532	18,39%
<i>Dialictus</i> (Halictinae)	2,0871	17,04%
<i>Paroxystoglossa</i> (Halictinae)	1,5620	12,75%
<i>Augochlora</i> (Halictinae)	1,3958	11,39%
<i>Pseudagapostemon</i> (Halictinae)	1,1299	9,22%
<i>Augochloropsis</i> (Halictinae)	0,9438	7,70%
<i>Ceratina</i> (Apinae)	0,4520	3,69%
<i>Megachile</i> (Megachilinae)	0,4254	3,47%
<b>Gêneros de Maior Abundância em SJP - 2004/2005</b>		
<b>Gênero</b>	<b>Abundância (i/h)</b>	<b>Porcentagem Relativa ao Total</b>
<i>Augochloropsis</i> (Halictinae)	1,0593	13,86%
<i>Dialictus</i> (Halictinae)	1,0480	13,72%
<i>Augochlora</i> (Halictinae)	1,0029	13,13%
<i>Trigona</i> (Apinae)	0,9748	12,76%
<i>Ceratina</i> (Apinae)	0,9410	12,32%
<i>Paroxystoglossa</i> (Halictinae)	0,4789	6,27%
<i>Bombus</i> (Apinae)	0,3775	4,94%
<i>Psaenythia</i> (Andreninae)	0,2986	3,91%

#### 4.4.2. Variações na Biomassa

Em todos os levantamentos foram coletados 616,20 g de abelhas. Entre L3 e L1 houve uma queda de 80,88% da biomassa coletada, com L1 equivalendo a 53,14% da biomassa total e L2 a 36,70% (tabela 18).

**Tabela 18:** Valores de Biomassa (mg/h) e a sua porcentagem relativa por subfamília aos respectivos levantamentos (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná).

<b>Levantamentos</b>	<b>Biomassa</b>	<b>% ao Total</b>	<b>% a L1</b>	<b>Queda Percentual</b>
<b>1962 - 1963 (L1)</b>	708,8302	53,14%	-	-
<b>1981 - 1982 (L2)</b>	489,6155	36,70%	69,07%	30,93%
<b>2004 - 2005 (L3)</b>	135,5120	10,16%	19,12%	80,88%
<b>Total (mg/h)</b>	1328,9517	-	-	-

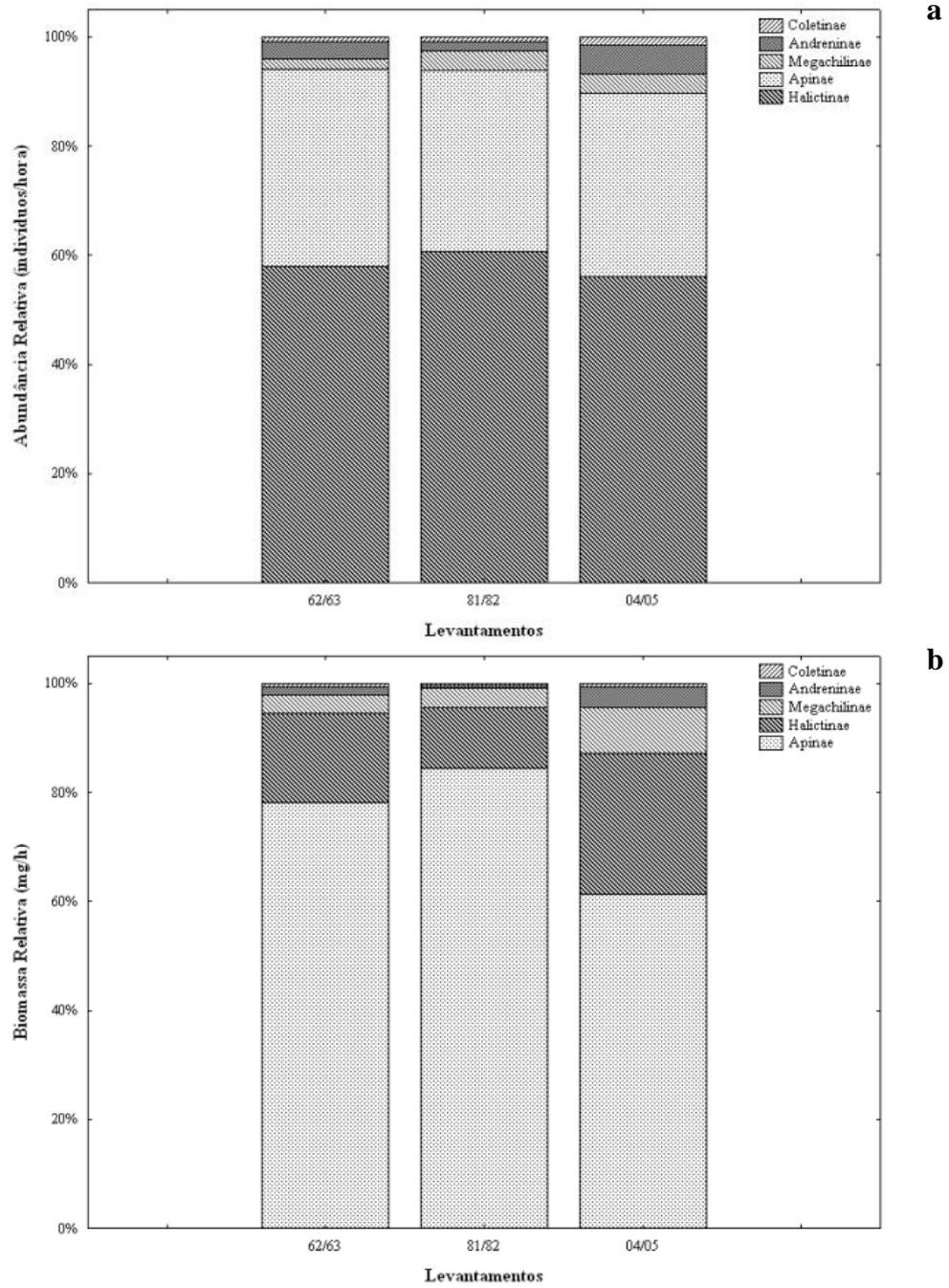
Em relação às subfamílias, o esquema abaixo ilustra a sua hierarquia de predominância, a qual, como a de abundância comparativa, preponderou para todos os levantamentos:

**Apinae > Halictinae > Megachilinae > Andreninae > Colletinae**

Nesta hierarquia observa-se a inversão entre a predominância de Halictinae por Apinae (tabela 19 e figura 9), subfamília que juntamente a Colletinae apresentaram as maiores quedas percentuais entre L1 e L3, em contraposição à Andreninae, com a menor queda percentual (45,86%); a qual é seguida por Megachilinae, com queda de 53,85% e aumento contínuo em sua porcentagem relativa (tabela 20).

**Tabela 19:** Valores de Biomassa (mg/h) e a sua porcentagem relativa aos respectivos levantamentos.

Subfamília	L1	L2	L3
Apinae	554,7915 (78,27%)	413,6189 (84,48%)	83,4409 (61,57%)
Halictinae	115,6436 (16,31%)	54,0209 (11,03%)	34,8541 (25,72%)
Megachilinae	24,1005 (3,40%)	17,3050 (3,53%)	11,1215 (8,21%)
Andreninae	9,8504 (1,39%)	2,7179 (0,56%)	5,3334 (3,94%)
Colletinae	4,4442 (0,63%)	1,9527 (0,40%)	0,7620 (0,58%)
<b>Total</b>	<b>708,8302</b>	<b>489,6155</b>	<b>135,5120</b>



**Figura 10:** Porcentagem relativa de cada subfamília a **a)** abundância comparável e a **b)** biomassa durante os três levantamentos.

**Tabela 20:** Variação total nos valores de biomassa (mg/h) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos para as subfamílias.

Levantamentos	Apinae		
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	554,7915	100,00%	-
1981/1982	413,6189	74,55%	25,45%
2004/2005	83,4409	15,04%	84,96%
<b>Total</b>	1051,8513	-	-
	Halictinae		
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	115,6436	100,00%	-
1981/1982	54,0209	46,71%	53,29%
2004/2005	34,8541	30,14%	69,86%
<b>Total</b>	204,5186	-	-
	Megachilinae		
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	24,1005	100,00%	-
1981/1982	17,3050	71,80%	28,20%
2004/2005	11,1215	46,15%	53,85%
<b>Total</b>	52,5270	-	-
	Andreninae		
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	9,8504	100,00%	-
1981/1982	2,7179	27,59%	72,41%
2004/2005	5,3334	54,14%	45,86%
<b>Total</b>	17,9018	-	-
	Colletinae		
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	4,4442	100,00%	-
1981/1982	1,9527	43,94%	56,06%
2004/2005	0,7620	17,15%	82,85%
<b>Total</b>	7,1589	-	-

A tabela 21 foi construída com o mesmo intuito da tabela 16, para a observação das variações a nível genérico. Nesta pode-se observar que *Bombus* é predominante quanto à biomassa para todos os levantamentos, representando 63,52% de todo este parâmetro em L1, com o pico de 70,12% em L2 e decaindo a 42,45% em L3.

Mais quatro gêneros estão presentes entre os oito de maior biomassa de todos os levantamentos: *Augochlora*, *Augochloropsis*, *Megachile* e *Xylocopa*. Outros três gêneros estão presentes em dois levantamentos pelo menos, *Paroxystoglossa*, *Pseudagapostemon* e *Trigona*; e mais três em pelo menos um levantamento, *Ceratina*, *Psaenythia* e *Thygater*.

**Tabela 21:** Oito gêneros de maior biomassa dentre os três levantamentos realizados (Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná).

Gêneros de Maior Biomassa (mg/h) em SJP – 1962/1963					
Gêneros	Biomassa	% Relativa ao Total	PSM* - Fêmeas	PSM* - Machos	Abund. (i/h)
<i>Bombus**</i>	450,2832	63,52%	452,3095/126,042	107,5728	2,9552
<i>Trigona</i>	45,6302	6,44%	9,0584	7,4979	5,0373
<i>Augochloropsis</i>	29,5920	4,17%	10,1756	12,9754	2,7090
<i>Paroxystoglossa</i>	27,0945	3,82%	7,7398	4,2482	1,3657
<i>Xylocopa</i>	20,5215	2,90%	227,0309	235,5347	0,0896
<i>Pseudagapostemon</i>	20,4107	2,88%	9,0045	6,4520	2,4254
<i>Megachile</i>	19,8209	2,80%	45,4313	27,9585	0,4851
<i>Augochlora</i>	14,7233	2,08%	13,6830	9,9571	1,1045
Gêneros de Maior Biomassa (mg/h) em SJP - 1981/1982					
Gêneros	Biomassa	% Relativa ao Total	PSM* - Fêmeas	PSM* - Machos	Abund. (i/h)
<i>Bombus**</i>	343,3230	70,12%	452,3095/126,042	107,5728	2,2532
<i>Xylocopa</i>	34,7073	7,09%	227,0309	235,5347	0,0598
<i>Augochlora</i>	18,6779	3,81%	13,6830	9,9571	1,3958
<i>Megachile</i>	16,8872	3,45%	45,4313	27,9585	0,4254
<i>Thygater</i>	11,8434	2,42%	65,0150	37,8966	0,0598
<i>Augochloropsis</i>	10,0880	2,06%	10,1756	12,9754	0,9438
<i>Pseudagapostemon</i>	9,5129	1,94%	9,0045	6,4520	1,1299
<i>Paroxystoglossa</i>	9,4838	1,94%	7,7398	4,2482	1,5620
Gêneros de Maior Biomassa (mg/h) em SJP - 2004/2005					
Gêneros	Biomassa	% Relativa ao Total	PS* - Fêmeas	PS* - Machos	Abund. (i/h)
<i>Bombus**</i>	57,5202	42,45%	452,3095/126,042	107,5728	0,3775
<i>Augochlora</i>	13,4922	9,96%	13,6830	9,9571	1,0029
<i>Augochloropsis</i>	11,7884	8,70%	10,1756	12,9754	1,0593
<i>Megachile</i>	9,1956	6,79%	45,4313	27,9585	0,2197
<i>Trigona</i>	8,8298	6,52%	10,1756	12,9754	0,9748
<i>Xylocopa</i>	6,4439	4,76%	227,0309	235,5347	0,0282
<i>Ceratina</i>	6,1568	4,54%	4,2305	11,1274	0,9410
<i>Psaenythia</i>	4,7540	3,51%	17,1876	13,6506	0,2986

\*PSM - peso seco médio. \*\*Para as fêmeas são dados respectivamente os valores para rainhas e operárias.

### 4.4.3. Relação entre as Mudanças Temporais e a Frequência entre as Classes

#### 4.4.3.1 – APINAE

Considerando-se os três levantamentos, a maioria dos gêneros em Apinae possui indivíduos com peso seco médio a elevado, baixas biomassa (acima de 60% dos gêneros foram classificados abaixo de biomassa média superior) e abundância (raros em L1 = 45,45%; L2 = 40,91% e em L3 = 36,36%).

Houve maior proporção de gêneros abundantes em L2 (de 9,09% em L1 para 27,27%), contudo, em L3 há aparentemente o retorno às condições iniciais (aumento na porcentagem relativa de ocasionais e intermediários). A frequência de gêneros dominantes manteve-se constante e a dos raros decaiu entre L1 e L3.

A proporção de gêneros de baixa biomassa aumentou entre L1 e L3, de 36,36% para 40,91%. Há também aumento na proporção de indivíduos que possuem biomassa de superior a elevada, entretanto, os demais permanecem predominantes na subfamília.

Como em Apinae há mais gêneros com peso seco de médio a elevado, isto poderia estar relacionado ao fato de haver mais gêneros com baixo número de indivíduos durante os levantamentos, ou ao fato de os poucos gêneros dominantes corresponderem a indivíduos de peso seco baixo.

#### 4.4.3.2 – HALICTINAE

Esta subfamília pode ser caracterizada por possuir gêneros de peso seco baixo a médio, sendo dominantes (L1 = 43,75%; L2 e L3 = 31,25%), abundantes (L3 = 25,00%) ou intermediários (L2 = 25,00%). A predominância perante a abundância pode ter relação com os padrões em sua biomassa, com a maioria dos gêneros presentes dentre as classes de biomassa média a elevada.

Em L2 observa-se uma inversão, com a maioria dos gêneros com biomassa média inferior ou baixa ( $f_{ac}$ , frequência acumulada = 62,50% e o salto na média inferior para 37,50%). Isto ocorre em conjunto com o aumento da proporção de gêneros raros ou intermediários em abundância. Novamente, assim como para Apinae, em L3 há uma distribuição semelhante a L1.

#### 4.4.3.3 – ANDRENINAE

Assim como em Halictinae, os gêneros concentram-se na faixa de peso seco baixo a médio, contudo, correspondem de raros a intermediários ( $f_{ac}$  de 71,34% em L1, L2 e L3) de biomassa média a baixa ( $f_{ac}$  de 71,34% em L1, L2 e L3). Só ocorrem gêneros na classe de biomassa elevada em L3 (14,29%), coincidindo com a única presença destes como dominantes em abundância comparativa (14,29%).

Raros, ocasionais e abundantes têm igual proporção em L1 (28,75%); mantém-se a proporção de gêneros abundantes em L2, e a queda destes para 14,29% em L3 pode estar relacionada ao aumento na abundância em alguns gêneros, que passariam à classe de dominantes (14,29%). A distribuição dos indivíduos entre as classes de biomassa possui alterações semelhantes para as equivalentes em hierarquia: biomassa média superior e elevada.

Novamente observa-se em L2 uma queda nos índices com posterior recuperação em L3, correspondendo a um grande aumento na porcentagem relativa de gêneros raros e de biomassa baixa, em igual proporção para os dois parâmetros, de 28,57% para 57,14%.

Esta subfamília demonstra uma grande consonância entre as flutuações de abundância e biomassa.

#### 4.3.3.4 – COLLETINAE

A família foi caracterizada pela maioria de seus gêneros possuir peso seco médio a superior elevado, sendo estes raros e intermediários quanto à sua abundância relativa. Não há gêneros dominantes ou de biomassa elevada, ainda mais, em L2 os gêneros distribuem-se apenas entre as classes de biomassa média a baixa e 100% estão entre raros e intermediários.

Houve a tendência de se aumentar a participação em abundância por gênero com o tempo, a classe de gêneros raros apresentou queda em sua frequência percentual de 57,14% em L1, para 42,86% em L2 e para 14,29% em L3, com o aumento de ocasionais para 42,86% neste mesmo levantamento. Além disto, a maior frequência dentre as classes de gêneros passou de baixa (57,14% em L1) para média em L2 e L3 (respectivamente, 57,14% e 42,86%).

Nota-se que apesar da subfamília ser representada principalmente pela amostragem de indivíduos de peso seco médio a médio superior, os valores de biomassa se enquadram

principalmente como baixa em todos os levantamentos, o que é provavelmente derivado das classes de abundância com maior frequência corresponderem aos raros e intermediários.

#### 4.3.3.5 – MEGACHILINAE

A subfamília é caracterizada por todos os gêneros amostrados estarem inclusos na classe de peso seco elevado. Os gêneros concentram-se entre intermediários a raros em L1 e L2 ( $f_{ac} = 75,00\%$  para ambos os levantamentos), sendo sua distribuição igualitária em L3 ( $f_{ac} = 50,00\%$  para os intermediários). A distribuição das classes de biomassa se comporta de forma igualitária em L1; em L2, 75% encontram-se abaixo da média superior; e em L3, 75% acima desta classe (inclusive).

Novamente em L2 se pode detectar uma queda nos valores de biomassa, como para Andreninae, Halictinae e Colletinae, ocorrendo após a uma recuperação em L3, onde apesar da distribuição igualitária entre os extremos de raros a abundantes, a biomassa de 75% dos gêneros é classificada como média superior ou elevada. O observado em L2 para a biomassa pode ser efeito da brusca queda na presença de gêneros abundantes e inversão dos intermediários para os ocasionais, contudo, ao observar-se apenas a concentração de gêneros abaixo ou acima da abundância intermediária, as alterações em L2 não são percebidas para Megachilinae e Andreninae.

#### 4.3.3.6 – APIDAE

A observação da distribuição dentre as classes de abundância revela que há poucos gêneros com muitos indivíduos coletados por hora (raros com frequência relativa de 35,71% em L1, 32,50% em L2 e 28,57% em L3) o que é refletido na distribuição dentre as classes de biomassa, com maior frequência dentre baixa a média ( $f_{ac}$  igual a 62,50% em L1, 71,43% em L2 e 55,36% em L3).

O parâmetro de abundância não possibilita a visualização do aumento da concentração de gêneros acima da classe intermediária entre L2 e L3. Entretanto, como encontrado em cada subfamília, houve quedas nas frequências das classes superiores em L2 e a aparente recuperação em L3, refletida na biomassa da família, com  $f_{ac}$  da biomassa média se elevando a 71,43% em L2 e caindo a 55,36% em L3.

## 4.5. INCLUSÃO DE *Apis mellifera*

### 4.5.1. Estimativa da Abundância e Biomassa de *Apis mellifera*

Pelo estudo da tabela presente em SAKAGAMI & LAROCA (1971) foi estipulado que a abundância de *A. mellifera* correspondia a 61,30% de todos os indivíduos coletados em L1. A partir deste valor, e dos demais referidos em literatura (BORTOLI & LAROCA 1990, MELO *et al.* 2006, SAKAGAMI *et al.* 1967) ou por conversa pessoal com MARTINS & MELO, foram estimados os valores percentuais e de abundância restantes, como apresentado pela tabela 22.

**Tabela 22:** Estimativa da Abundância de *A. mellifera*

	1962-1963		1981-1982		2004-2005	
	Abundância	Abundância	Abundância	Abundância	Abundância	Porcentagem
Excluindo <i>A. mellifera</i>	4200*	1843*	1356*	1356*	4200*	39,69%
<i>A. mellifera</i>	6382,01	2527,61	1681*	1681*	6382,01	60,31%*
<b>Total</b>	<b>10582,01</b>	<b>4370,61</b>	<b>3037*</b>	<b>3037*</b>	<b>10582,01</b>	<b>100,00%</b>

\*Valores obtidos da literatura (BORTOLI & LAROCA 1990, MELO *et al.* 2006, SAKAGAMI *et al.* 1967) ou por conversa pessoal com MARTINS & MELO. \*\*Valor estimado pela média de L1 e L3

### 4.5.2. Mudanças na Abundância Comparativa

Com a inclusão de *A. mellifera* foram adicionados 73,90 *i/h* ao total, sendo coletados 125,13 *i/h* em todos os levantamentos. A queda percentual aumentou em 2,71%, com o último levantamento possuindo apenas 21,67% do número de indivíduos coletados por hora em L1, cuja abundância passou a corresponder a 63,11% do total (ver tabela 23).

**Tabela 23:** Variação total nos valores de abundância comparável (*i/h*) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos com a inclusão dos valores estimados para *A. mellifera*.

Levantamentos	Abundância ( <i>i/h</i> )	Porcentagem relativa ao Total	Porcentagem relativa a 62/63	Queda Percentual
L1	78,9702	63,11%	100,00%	-
L2	29,0502	23,22%	36,79%	63,21%
L3	17,1118	13,67%	21,67%	78,33%
<b>Total</b>	<b>125,1323</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Houve também alteração na hierarquia por abundância dentre as subfamílias, com Apinae predominando sobre Halictinae, semelhante ao encontrado para biomassa:

**Apinae > Halictinae > Megachilinae > Andreninae > Colletinae**

A queda percentual na abundância de indivíduos por hora aumentou para Apinae, de 75,62% pela exclusão de *A. mellifera*, para 79,57% com a inclusão desta espécie (tabela 25). Em Halictinae, a porcentagem final tornou-se maior do que a inicial (25,06% em L3; comparados aos 22,30% em L1), o que não ocorria pela exclusão desta espécie introduzida (56,12% em L3 e 58,07% em L1); e Colletinae apresentou um crescimento contínuo em sua participação por levantamento (ver tabela 24).

**Tabela 24:** Valores de Abundância Comparável (*i/h*) e a sua porcentagem relativa ao respectivo levantamento incluindo *A. mellifera*.

Subfamília	L1	L2	L3
Apinae	58,9105 (74,60%)	20,8748 (71,86%)	12,0352 (70,33%)
Halictinae	18,2015 (23,05%)	7,4310 (25,58%)	4,2878 (25,06%)
Megachilinae	0,6194 (0,78%)	0,4387 (1,51%)	0,2761 (1,61%)
Andreninae	0,9403 (1,19%)	0,1928 (0,66%)	0,3944 (2,30%)
Colletinae	0,2985 (0,38%)	0,1130 (0,39%)	0,1183 (0,69%)
<b>Total</b>	<b>78,9702</b>	<b>29,0502</b>	<b>17,1118</b>

**Tabela 25:** Variação total nos valores de abundância comparável (*i/h*) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos.

Levantamentos	Apinae		
	Abundância ( <i>i/h</i> )	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	58,9105	100,00%	-
1981/1982	20,8748	35,43%	64,57%
2004/2005	12,0352	20,43%	79,57%
<b>Total</b>	91,8205	-	-
	Halictinae		
	Abundância ( <i>i/h</i> )	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	18,2015	100,00%	-
1981/1982	7,4310	40,83%	59,17%
2004/2005	4,2878	23,56%	76,44%
<b>Total</b>	29,9203	-	-

**Tabela 25:** Continuação.

<b>Megachilinae</b>			
	Abundância (i/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
<b>1962/1963</b>	0,6194	100,00%	-
<b>1981/1982</b>	0,4387	70,82%	29,18%
<b>2004/2005</b>	0,2761	44,57%	55,43%
<b>Total</b>	1,3342	-	-
<b>Andreninae</b>			
	Abundância (i/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
<b>1962/1963</b>	0,9403	100,00%	-
<b>1981/1982</b>	0,1928	20,50%	79,50%
<b>2004/2005</b>	0,3944	41,95%	58,05%
<b>Total</b>	1,5275	-	-
<b>Colletinae</b>			
	Abundância (i/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
<b>1962/1963</b>	0,2985	100,00%	-
<b>1981/1982</b>	0,1130	37,85%	62,15%
<b>2004/2005</b>	0,1183	39,64%	60,36%
<b>Total</b>	0,5298	-	-

Em relação às comparações a nível genérico, observa-se uma queda constante na porcentagem relativa de *Apis*, há também ampla redução na porcentagem relativa dos gêneros que eram predominantes quando não se considerava aquela espécie (*Trigona* decaiu de 16,70% para 6,38%; *Bombus* de 18,39% para 7,76%; e *Augochloropsis* de 13,86% para 6,19%; ver tabela 26).

**Tabela 26:** Os oito gêneros de maior abundância (i/h) comparável quando adicionada *A. mellifera*.

<b>Gêneros de Maior Abundância em SJP - 1961/1962</b>		
<b>Gênero</b>	<b>Abundância</b>	<b>Porcentagem Relativa ao Total</b>
<i>Apis</i>	47,6269	60,31%
<i>Trigona</i>	5,0373	6,38%
<i>Paroxystoglossa</i>	4,4701	5,66%
<i>Dialictus</i>	4,1343	5,24%
<i>Bombus</i>	2,9552	3,74%
<i>Augochloropsis</i>	2,7090	3,43%
<i>Pseudagapostemon</i>	2,4254	3,07%
<i>Ceratina</i>	1,9701	2,49%

**Tabela 26:** Continuação.

<b>Gêneros de Maior Abundância em SJP - 1981/1982</b>		
<b>Gênero</b>	<b>Abundância</b>	<b>Porcentagem Relativa ao Total</b>
<i>Apis</i>	16,8003	57,83%
<i>Bombus</i>	2,2532	7,76%
<i>Dialictus</i>	2,0871	7,18%
<i>Paroxystoglossa</i>	1,5620	5,38%
<i>Augochlora</i>	1,3958	4,80%
<i>Pseudagapostemon</i>	1,1299	3,89%
<i>Augochloropsis</i>	0,9438	3,25%
<i>Ceratina</i>	0,4520	1,56%
<b>Gêneros de Maior Abundância em SJP - 2004/2005</b>		
<b>Gênero</b>	<b>Abundância</b>	<b>Porcentagem Relativa ao Total</b>
<i>Apis</i>	9,4715	55,35%
<i>Augochloropsis</i>	1,0593	6,19%
<i>Dialictus</i>	1,0480	6,12%
<i>Augochlora</i>	1,0029	5,86%
<i>Trigona</i>	0,9748	5,70%
<i>Ceratina</i>	0,9410	5,50%
<i>Paroxystoglossa</i>	0,4789	2,80%
<i>Bombus</i>	0,3775	2,21%

#### 4.4.3 – Variações na Biomassa

Quanto à biomassa, em conjunto foram coletados 1733,94 g de abelhas a mais, havendo uma menor queda percentual entre L3 e L1 (78,45% em comparação aos 80,88% sem a inclusão de *A. mellifera*). L1 passou a equivaler a 58,43% da biomassa total e L2 a 28,98% (ver tabela 27).

**Tabela 27:** Variação total nos valores de biomassa (mg/h) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos, com a inclusão de *A. mellifera*.

<b>Levantamentos</b>	<b>Biomassa</b>	<b>Porcentagem relativa ao Total</b>	<b>Porcentagem relativa a 1962/1963</b>	<b>Queda Percentual</b>
<b>L1</b>	2193,3935	58,43%	100,00%	-
<b>L2</b>	1087,6297	28,98%	49,59%	50,41%
<b>L3</b>	472,6534	12,59%	21,55%	78,45%
<b>Total (mg/h)</b>	3753,6765	-	-	-

Há diminuição na queda percentual de Apinae (de 84,96% para 79,38%; ver tabela 29), e manteve-se a hierarquia de predominância das subfamílias para todos os levantamentos (tabela 28):

**Apinae > Halictinae > Megachilinae > Andreninae > Colletinae**

**Tabela 28:** Valores de biomassa (mg/h) por subfamília e a sua porcentagem relativa ao respectivo levantamento, considerando-se os valores estimados para *A. mellifera*.

Subfamília	1962/1963	1981/1982	2004/2005
Apinae	2039,3548 (92,98%)	1011,6331 (93,01%)	420,5823 (88,98%)
Halictinae	115,6436 (5,27%)	54,0209 (4,97%)	34,8541 (7,37%)
Megachilinae	24,1005 (1,10%)	17,3050 (1,59%)	11,1215 (2,36%)
Andreninae	9,8504 (0,45%)	2,7179 (0,25%)	5,3334 (1,13%)
Colletinae	4,4442 (0,20%)	1,9527 (0,18%)	0,7620 (0,16%)
<b>Total</b>	<b>2193,3935</b>	<b>1087,6297</b>	<b>472,6533</b>

**Tabela 29:** Variação total nos valores de biomassa (g/h) e suas respectivas porcentagens relativas entre os três levantamentos para as subfamílias.

Levantamentos	Apinae		
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	2039,3548	100,00%	-
1981/1982	1011,6331	49,61%	50,39%
2004/2005	420,5823	20,62%	79,38%
<b>Total</b>	3471,5702	-	-
	Halictinae		
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	115,6436	100,00%	-
1981/1982	54,0209	46,71%	53,29%
2004/2005	34,8541	30,14%	69,86%
<b>Total</b>	204,5186	-	-
	Megachilinae		
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
1962/1963	24,1005	100,00%	-
1981/1982	17,3050	71,80%	28,20%
2004/2005	11,1215	46,15%	53,85%
<b>Total</b>	52,5270	-	-

**Tabela 29:** Continuação.

<b>Andreninae</b>			
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
<b>1962/1963</b>	9,8504	100,00%	-
<b>1981/1982</b>	2,7179	27,59%	72,41%
<b>2004/2005</b>	5,3334	54,14%	45,86%
<b>Total</b>	17,9018	-	-
<b>Levantamentos Colletinae</b>			
	Biomassa (mg/h)	Porcentagem relativa a 1962/1963	Queda percentual
<b>1962/1963</b>	4,4442	100,00%	-
<b>1981/1982</b>	1,9527	43,94%	56,06%
<b>2004/2005</b>	0,7620	17,15%	82,85%
<b>Total</b>	7,1589	-	-

A tabela 30 demonstra a porcentagem relativa dos sete gêneros de maior biomassa e sua relação com a introdução de *A. mellifera*.

**Tabela 30:** Os sete gêneros de maior biomassa considerando-se *A. mellifera*.

<b>Gêneros de Maior Biomassa (mg/h) em SJP - 61/62</b>					
<b>Gêneros</b>	<b>Biomassa</b>	<b>% ao Total</b>	<b>PSM* - Fêmeas</b>	<b>PSM* - Machos</b>	<b>i/h</b>
<i>Apis mellifera</i>	1484,5633	67,68%	35,5954	26,7459	47,6269
<i>Bombus</i>	450,2832	20,53%	452,3095/126,042	107,5728	2,9552
<i>Trigona</i>	45,6302	2,08%	9,0584	7,4979	5,0373
<i>Augochloropsis</i>	29,5920	1,35%	10,1756	12,9754	2,7090
<i>Paroxystoglossa</i>	27,0945	1,24%	7,7398	4,2482	1,3657
<i>Xylocopa</i>	20,5215	0,94%	227,0309	235,5347	0,0896
<i>Pseudagapostemon</i>	20,4107	0,93%	9,0045	6,4520	2,4254
<i>Megachile</i>	19,8209	0,90%	45,4313	27,9585	0,4851

Tabela 30: Continuação

Gêneros de Maior Biomassa (mg/h) em SJP - 1981/1982					
Gêneros	Biomassa	% ao Total	PSM* - Fêmeas	PSM* - Machos	i/h
<i>Apis mellifera</i>	598,0142	54,98%	35,5954	26,7459	16,8003
<i>Bombus**</i>	343,3230	31,57%	452,3095/126,042	107,5728	2,2532
<i>Xylocopa</i>	34,7073	3,19%	227,0309	235,5347	0,0598
<i>Augochlora</i>	18,6779	1,72%	13,6830	9,9571	1,3958
<i>Megachile</i>	16,8872	1,55%	45,4313	27,9585	0,4254
<i>Thygater</i>	11,8434	1,09%	65,0150	37,8966	0,0598
<i>Augochloropsis</i>	10,0880	0,93%	10,1756	12,9754	0,9438
<i>Pseudagapostemon</i>	9,5129	0,87%	9,0045	6,4520	1,1299

Gêneros de Maior Biomassa (mg/h) em SJP - 2004/2005					
Gêneros	Biomassa	% ao Total	PSM* - Fêmeas	PSM* - Machos	i/h
<i>Apis mellifera</i>	337,1414	71,33%	35,5954	26,7459	9,4715
<i>Bombus**</i>	57,5202	12,17%	452,3095/126,042	107,5728	0,3775
<i>Augochlora</i>	13,4922	2,85%	13,6830	9,9571	1,0029
<i>Augochloropsis</i>	11,7884	2,49%	10,1756	12,9754	1,0593
<i>Megachile</i>	9,1956	1,95%	45,4313	27,9585	0,2197
<i>Trigona</i>	8,8298	1,87%	10,1756	12,9754	0,9748
<i>Xylocopa</i>	6,4439	1,36%	227,0309	235,5347	0,0282
<i>Ceratina</i>	6,1568	71,33%	4,2305	11,1274	0,9410

\*PSM - peso seco médio. \*\*Para as fêmeas são dados respectivamente os valores para rainhas e operárias.

#### 4.5.3. Considerações sobre as mudanças proporcionadas pela adição de *A. mellifera*

Ao contrário do esperado em relação a esta espécie introduzida, a qual tem sido considerada por suplantando os indivíduos nativos, notou-se um aumento nas quedas percentuais de Apinae e que a porcentagem relativa por levantamento de algumas das demais subfamílias foi superior ao encontrado sem a estimativa da abundância e biomassa de *A. mellifera*.

Observou-se também o aumento na diferença entre os valores finais e iniciais de abundância e nas quedas percentuais de Apinae, o que poderia indicar que esta espécie também tem sido prejudicada pela fragmentação do habitat.

Quando a comparação é feita a nível genérico, nota-se uma queda drástica na participação relativa dos gêneros apresentados como predominantes, tanto para abundância quanto para biomassa. Outra relação de contraste é a menor queda percentual total e para Apinae quando se avaliam as variações entre os levantamentos sob a perspectiva da biomassa.

Desta forma, a biomassa percentual pode ser um indicativo da diminuição da participação relativa dos demais gêneros, quando confrontados com esta espécie não nativa. O parâmetro de abundância pode refletir de forma amplificada as diferenças entre o primeiro e o terceiro levantamentos, por outro lado, as quedas percentuais relativas são inferiores quando se avalia a biomassa.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma acentuada queda na porcentagem relativa de ambos os parâmetros estudados entre o primeiro e o último levantamento, o que pode estar relacionado à fragmentação do habitat. Nota-se ainda, no levantamento realizado por BORTOLI & LAROCCA (1990), entre 1980 e 1981, a maior concentração de gêneros dentre as classes inferiores de abundância e biomassa. Já no terceiro levantamento (MELO *et al.* 2006) é encontrado um quadro semelhante ao inicial quanto à distribuição dos gêneros dentre as classes.

Essa alteração transiente foi melhor evidenciada pela observação às flutuações dentre as classes de biomassa, exceto para Apinae. Ao se observar a concentração de gêneros acima ou abaixo da classe de abundância intermediária, o fato é verificado apenas em Apinae, Halictinae e Colletinae.

As duas subfamílias de maior abundância comparável e biomassa, Apinae e Halictinae pertencem a classes distintas de biomassa e a classes opostas quanto ao peso seco. Essas duas subfamílias também apresentaram as maiores quedas percentuais para esses parâmetros. Megachilinae possui a menor queda percentual, com sua participação relativa aumentando progressivamente a cada levantamento. Nesta subfamília estão presentes apenas gêneros classificados como de peso seco elevado, tal fator, junto à maior queda percentual de Halictinae, demonstra que os táxons com peso seco elevado não são necessariamente mais susceptíveis aos impactos da fragmentação do habitat.

Tal afirmação é reforçada pelos estudos em nível genérico. Os elevados valores de peso seco e abundância de *Bombus* fazem com que este gênero seja predominante em todos os levantamentos considerando a biomassa. *Bombus* (de peso seco elevado), *Augochloropsis* e *Augochlora* (gêneros com peso seco médio superior) estão entre os oito gêneros de maior abundância e biomassa em todos os levantamentos, sendo dominantes em pelo menos um deles. *Xylocopa* e *Megachile*, de peso seco elevado, destacam-se por sua biomassa em todos os levantamentos, enquanto, *Paroxystoglossa* e *Dialictus*, de peso seco médio inferior e baixo, respectivamente, sobressaem devido à sua abundância comparativa.

Dos gêneros listados, apenas *Augochlora* e *Ceratina* não apresentaram queda percentual em sua abundância comparável. Ambos pertencem a classes distintas quanto ao seu peso seco: médio superior e médio inferior, respectivamente.

Comparando-se os parâmetros de biomassa e abundância, as variações ocorrem de forma similar para Apinae, Megachilinae e Andreninae; com a participação relativa final menor do que a inicial. Para Halictinae e Colletinae a abundância relativa final foi maior do que a inicial, ocorrendo o inverso com a biomassa.

Essas avaliações sobre predominância e porcentagem relativa indicam que alguns grupos distintos quanto à classificação sugerida para o peso seco, abundância ou biomassa, responderam de forma similar às mudanças ambientais ocorrentes entre o primeiro e o último levantamento. Desta forma, não é esperado que alguns destes fatores de forma isolada sejam realmente indicativos da susceptibilidade de um grupo em particular.

A inclusão de *A. mellifera* demonstrou que excluir ou não os dados referentes a esta espécie pode ter influência nas formas de se interpretar a estrutura da comunidade. Em todos os levantamentos ela foi predominante quanto à abundância e biomassa, refletindo em queda na porcentagem relativa dos demais táxons e promovendo à subfamília Apinae como a de maior abundância, ao invés de Halictinae. Observou-se também o aumento nas quedas percentuais relativas à abundância desta subfamília, o que poderia indicar que *A. mellifera* também responde de modo negativo aos impactos da fragmentação de ambientes naturais.

Este trabalho teve como intuito sugerir uma nova perspectiva para o estudo das assembléias de abelha, dando abertura a pesquisas mais aprofundadas, as quais possam relacionar a biomassa à riqueza de espécies ou fluxo de energia, por exemplo. A reunião e o acúmulo dos dados pesquisados e estimados são de elevada importância para outros trabalhos relacionados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBAULT, R. 1995. Biodiversity dynamics: from population and community ecology approaches to a landscape ecology point of view. **Landscape and Urban Planning** **31**: 89-98.
- BELL, G.; LECHOWICZ, M. J. & WATERWAY, M. J. 2000. Environmental heterogeneity and species diversity of forest edges. **Journal of Ecology** **88**: 67-87.
- BORTOLI, C. & LAROCA, S. 1990. Estudo biocenótico em Apoidea (Hymenoptera) em uma área restrita em São José dos Pinhais (PR, Sul do Brasil) com notas comparativas. **Dusenya** **15**: 1-112.
- BULLOCK, S. H. 1999. Relationships among body size, wing size and mass in bees from a tropical dry forest in México. **Journal of the Kansas Entomological Society** **71** (4): 426 - 439.
- CANE, J. H. 1987. Estimation of bee size using intertegular span (Apoidea). **Journal of the Kansas Entomological Society** **60** (1): 145-147.
- CANE, J. H. 2001. Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict? **Conservation Ecology** **5** (1): 3. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3/>
- CHACOFF, N. P. & AIZEN, M. A. 2006. Edge effects on flower-visiting insects in grapefruit plantations bordering premontane subtropical forest. **Journal of Applied Ecology** **43**: 18-27.
- COELHO, I. R. & RIBEIRO, S. P. 2006. Environment heterogeneity and seasonal effects in ground-dwelling ant (Hymenoptera: Formicidae) assemblages in the Parque Estadual do Rio Doce, MG, Brazil. **Neotropical Entomology** **35** (1): 19-29.
- DANFORTH, B. N.; SIPES, S.; FANG, J. & BRADY, S. G. 2006. The history of early bee diversification based on five genes plus morphology. Proceedings of **the National Academy of Sciences of the USA** **103** (41): 15118–15123.
- DANGERFIELD, J. M.; PIK, A. J.; BRITTON, D.; HOLMES, A.; GILLINGS, M.; OLIVER, I.; BRISCOE, D. & BEATTIE, A. J. 2003. Patterns of invertebrate biodiversity across a natural edge. **Austral Ecology** **28**: 227-236.
- DICK, C. W.; ETCHELECU G. & AUSTERLITZ, F. 2003. Pollen dispersal of tropical trees (*Dinizia excelsa*: Fabaceae) by native insects and African honeybees in pristine and fragmented Amazonian rainforest. **Molecular Ecology** **12** (3): 753-764.

- EGGLETON, P.; VANBERGEN, A. J.; JONES, D. T.; LAMBERT, M. C.; CAROLE, R.; HAMMOND, P.M.; BECCALONI, J.; MARRIOTT, D.; ROSS, E. & GIUSTI, A. 2005. Assemblages of soil macrofauna across a Scottish land-use intensification gradient: influences of habitat quality, heterogeneity and area. **Journal of Applied Ecology** **42**: 1153-1164.
- HARTFELDER, K. & ENGELS, W. 1992. Allometric and multivariate analysis of sex and caste polymorphism in the neotropical stingless bee, *Scaptotrigona postica*. **Insectes Sociaux** **39**: 251 – 266.
- EWERS, R. M. & DIDHAM, R. K. 2005. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biological Review**: 1-26.
- FAHRIG, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** **34**: 487-515.
- GONÇALVES, R. B. & MELO, G. A. R. 2005. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s. l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. **Revista Brasileira de Entomologia** **49**(4): 557-571.
- GONZÁLEZ, J. M.; BASAGUREM, A. & POZO, J. 2002. Size-mass relationships of stream invertebrates in a northern Spain stream. **Hydrobiologia** **489**: 131-137.
- HOCHBERG, M. E. & HAWKINS, B. A. 1992. Refuges as a predictor of parasitoid diversity. **Science** **255**: 973-974.
- KLEIN, A.-M.; STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. 2006. Rain forest promotes trophic interactions and diversity of trap-nesting Hymenoptera in adjacent agroforestry. **Journal of Animal Ecology** **75**: 315-323.
- KLEIN, A.-M.; I., STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE, T. 2003. Pollination of *Coffea canephora* in relation to local and regional agroforestry management. **Journal of Applied Ecology** **40**: 837–845. (15)
- KRUESS, A. 2003. Effects of landscape structure and habitat type on a plant-herbivore-parasitoid community. **Ecography** **26**: 283-290.
- LANGELLOTTO, G. A. & DENNO, R. F. 2004. Responses of invertebrate natural enemies to complex-structured habitats: a meta-analytical synthesis. **Oecologia** **139**: 1-10.
- LARSEN, T. H.; WILLIAMS, M. N. & KREMEN, C. 2005. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. **Ecology Letters** **8**: 538-547.

- LIOW, L. H.; SODHI, N. S. & ELMQVIST, T. 2001. Bee diversity along a disturbance gradient in tropical lowland forests of south-east Asia. **Journal of Applied Ecology** **38**: 180–192.
- MATHESON, A.; BUCHMANN, S. L.; O'TOOOLE, C.; WESTRICH, P. & WILLIAMS I. H. 1996. **The Conservation of Bees**. Academic Press Limited. London. 245p.
- MELO, G. A. R. & GONÇALVES, R. B. 2005. Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Apoidea, Apida *sensu lato*). **Revista Brasileira de Zoologia** **22** (1): 153 – 159.
- MELO, G. A. R.; MARTINS, A. C. & GONÇALVES, R. B. 2006. Alterações de longo prazo na estrutura de assembléias de abelhas: conhecimento atual e perspectivas, p. 150-155. In: W. C. Santana, C. H. Lobo & K. H. Hartfelder (eds.). **Anais do VII Encontro sobre Abelhas. Ribeirão Preto**, FFCLRP-USP, FMRP-USP. CD-ROM.
- MICHENER, C. D. 2007. **The Bees of the World**. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, Maryland. 2<sup>a</sup> Ed. 954 p.
- MINCKLEY, R. L.; CANE, J. H. & KERVIN, L. 1999. Spatial predictability and resource specialization (Hymenoptera: Apoidea) at a superabundant, widespread resource. **Biological Journal of the Linnean Society** **67**: 119 -147.
- MOURE, J. S. & SAKAGAMI, S. F. 1962. As mamangabas sociais do Brasil. (*Bombus* Latr.) (Hym. Apoidea). **Studia Entomologica** **5**: 65 -194.
- MOURE, J. S., URBAN, D & MELO, G. A. R. (Orgs). 2007. **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Sociedade Brasileira de Entomologia. Curitiba. xiv + 1058 pp.
- ODUM, E. P. 1988. **Ecologia**. Guanabara Koogan. RJ. 433p.
- RAMOS, F. N. & SANTOS, F. A. M. 2006. Floral visitors and pollination of *Psychotria tenuinervis* (Rubiaceae): distance from the anthropogenic and natural edges of an Atlantic forest fragment. **Biotropica** **38** (3): 383-389
- RICKETTS, T. H. 2004. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops. **Conservation Biology** **18** (5): 1262-1271.
- SAKAGAMI, S. F. & LAROCCA, S. 1971. Relative abundance, phenology and flower visits of apid bees in eastern Paraná, southern Brazil (hymenoptera, Apidae). **Kontyû** **38** (3): 217 -230.
- SAKAGAMI, S. F.; LAROCCA, S. & MOURE, J. S. 1967. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary Report. **Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series VI, Zoology** **16** (2): 253-291.

- SAMEJIMA, H.; MARZUKI, M.; NAGAMITSU, T. & NAKASIZUKA, T. 2004. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. **Biological Conservation** **120** (4): 577-587.
- SILVA-PEREIRA, V. & SANTOS, G. M. M. 2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Poistinae) community in “Campos Rupestres”, Bahia, Brasil. **Neotropical Entomology** **35**(2): 165-174.
- STUBBLEFIELD, J. W. & SEGER, J. 1994. Sexual dimorphism in the Hymenoptera. In: Short, R. V. & Balaban, E., eds. **The Differences between the Sexes**. Cambridge University Press: 71 – 103.
- TYLIANAKIS, J. M.; KLEIN, A.; LOZADA, T. & TSCHARNTKE, T. 2006. Spatial scale of observation affects  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  diversity of cavity-nesting bees and wasps across a tropical land-use gradient. **Journal of Biogeography** **33**: 1295–1304.
- WARSE, N. M. 2006. Specialization and generalization in plant-pollinator interactions: A historical perspective. Cap. 1. **Plant-Pollinator Interactions – From Specialization to Generalization**. The University of Chicago Press. Chicago. 446 p.
- WCISLO, W. T. & CANE, J. H. 1996. Floral resource utilization by solitary bees (Hymenoptera: Apoidea) and exploitation of their stored foods by natural enemies. **Annual Review of Entomology** **41**: 257-286.

## **ANEXOS**

**Anexo 1:** Lista das espécies de abelhas amostradas em áreas adjacentes ao Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná, pelos três levantamentos sistematizados: SAKAGAMI *et al.* (1967), L1; Bortoli & LAROCA (1990), L2; MELO *et al.* (2006) e em conversa pessoal (L3).

	ANDRENINAE	L3	L2	L1
<b>Calliopsini Robertson, 1922</b>				
1	<i>Acamptopoeum priini</i> (Holmberg, 1884)	x	x	x
2	<i>Callonychium (Callonychium) penutiae</i> Cure & Wittmann, 1990			x
<b>Protandrenini Robertson, 1904</b>				
3	<i>Anthrenoides antonii</i> Urban, 2005	x		?
4	<i>Anthrenoides elegantulus</i> Urban, 2005	x		?
5	<i>Anthrenoides larocai</i> Urban, 2005	x		?
6	<i>Anthrenoides meridionalis</i> (Schrottky, 1906)	x		?
7	<i>Anthrenoides politos</i> Urban, 2005	x		?
8	<i>Anthrenoides rodrigoii</i> Urban, 2005	x		?
9	<i>Parapsaenythia serripes</i> (Ducke, 1908)		x	
10	<i>Psaenythia annulata</i> Gerstaecker, 1868	x	x	?
11	<i>Psaenythia bergii</i> Holmberg, 1884	x	x	?
12	<i>Psaenythia capito</i> Gerstaecker, 1868			?
13	<i>Psaenythia collaris</i> Schrottky, 1906	x	x	?
14	<i>Psaenythia nomadoides</i> Gerstaecker, 1868		x	?
15	<i>Psaenythia quadrifasciata</i> Friese, 1908		x	?
16	<i>Cephalurgus anomalus</i> Moure & Lucas Oliveira, 1962	x		
17	<i>Rhophitulus</i> sp. 1 (L1)			x
18	<i>Rhophitulus</i> sp. 1 (L3)	x		
<b>APINAE</b>				
<b>Anthophorini Dahlbom, 1835</b>				
19	<i>Anthophora (Mystacanthophora) paranensis</i> Holmberg, 1903		x	x
<b>Apini Latreille, 1802</b>				
20	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus 1758	x	?	?
<b>Bombini Latreille, 1802</b>				
21	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	x	x	?
22	<i>Bombus (Fervidobombus) bellicosus</i> Smith, 1879		x	?
23	<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)	x	x	?
<b>Centridini Cockerell &amp; Cockerell, 1901</b>				
24	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874			x
<b>Emphorini Robertson, 1904</b>				
25	<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	x		
26	<i>Melitoma</i> sp. 1 (L3)	x		

## Anexo 1: Continuação.

APINAE		L3	L2	L1
<b>Eucerini Latreille, 1802</b>				
27	<i>Gaesischia (Gaesischiopsis) aurea</i> Urban, 1968		x	?
28	<i>Gaesischia (Gaesischiopsis) cacerensis</i> Urban, 1989		x	?
<b>Eucerini Latreille, 1802</b>				
29	<i>Gaesischia (Gaesischia) fulgurans</i> (Holmberg, 1903)		x	?
30	<i>Gaesischia (Gaesischia) nigra</i> Moure, 1968			?
31	<i>Melissodes (Ecplectica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)	x	x	
32	<i>Melissoptila aureocincta</i> Urban, 1968	x		?
33	<i>Melissoptila bonaerensis</i> Holmberg, 1903		x	
34	<i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)	x	x	?
35	<i>Melissoptila minarum</i> (Bertoni & Schorotty, 1910)	x	x	
36	<i>Melissoptila paraguayensis</i> (Brèthes, 1909)	x		?
37	<i>Melissoptila richardiae</i> Bertoni & Schrottky, 1910		x	?
38	<i>Melissoptila setigera</i> Urban, 1998	x		
39	<i>Melissoptila similis</i> Urban, 1988	x		
40	<i>Melissoptila thoracica</i> (Smith, 1854)	x		
41	<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepeletier, 1841)	x	x	x
<b>Exomalopsini Michener, 1944</b>				
42	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853	x		x
43	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) trifasciata</i> Brèthes, 1910	x		?
44	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp. 1</i> (L2)		x	
45	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp. 2</i> (L2)		x	
46	<i>Exomalopsis sp. (L1)</i>			x
<b>Isepeolini Rozen, Eickwort &amp; Eickwort, 1978</b>				
47	<i>Isepeolus viperinus</i> (Holmberg, 1886)			x
48	<i>Isepeolus sp. (L1)</i>			x
<b>Meliponini Lepeletier, 1836</b>				
49	<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	x		x
50	<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)			x
51	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	x		
52	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	x	x	x
<b>Nomadini Latreille, 1802</b>				
53	<i>Brachynomada sp. 1</i> (L3)	x		
54	<i>Brachynomada sp. 2</i> (L3)	x		
55	<i>Nomada sp. 1</i> (L1)			x
56	<i>Nomada sp. 1</i> (L3)	x		
57	<i>Nomada sp. 2</i> (L3)	x		
58	<i>Trophocleptria variolosa</i> Holmberg, 1886			x

## Anexo 1: Continuação

APINAE		L3	L2	L1
<b>Tapinotaspidini Roig-Alsina &amp; Michener, 1993</b>				
59	<i>Lanthanomelissa betinae</i> Urban, 1995	x		
60	<i>Lanthanomelissa</i> sp. (L1)			x
61	<i>Lanthanomelissa</i> ( <i>Lanthanomelissa</i> ) sp. 1 (L2)		x	
62	<i>Lanthanomelissa</i> ( <i>Lanthanomelissa</i> ) sp. 2 (L2)		x	
63	<i>Paratetrapedia fervida</i> (Smith, 1879)		x	
64	<i>Tapinotaspoides serraticornis</i> (Friese, 1899)		x	x
<b>Xylocopini Latreille, 1802</b>				
65	<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) <i>cfr. biguttulata</i> (Moure, 1941)	x		
66	<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) <i>oxalidis</i> Schrottky, 1907			?
67	<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) sp. 1 (L1)			?
68	<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) sp. 1 (L2)		x	
69	<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) sp. 2 (L2)		x	
70	<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) sp. 3 (L2)		x	
71	<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) sp. 4 (L2)		x	
72	<i>Ceratina</i> ( <i>Ceratinula</i> ) sp. 1 (L3)	x		
73	<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) <i>assuncionis</i> Strand, 1910	x	x	?
74	<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) <i>rupestris</i> Holmberg, 1884	x		
75	<i>Ceratina</i> sp. (L1)			?
76	<i>Ceratina</i> sp. 1 (L2)		x	
77	<i>Ceratina</i> sp. 2 (L2)		x	
78	<i>Ceratina</i> sp. 3 (L2)		x	
79	<i>Ceratina</i> sp. 4 (L2)		x	
80	<i>Ceratina</i> sp. 5 (L2)		x	
81	<i>Ceratina</i> ( <i>Rhysoceratina</i> ) sp. 1		x	
82	<i>Ceratina</i> ( <i>Rhysoceratina</i> ) sp. 1 (L3)	x		
83	<i>Ceratina</i> ( <i>Rhysoceratina</i> ) sp. 2 (L3)	x		
84	<i>Ceratina</i> ( <i>Rhysoceratina</i> ) sp. 3 (L3)	x		
85	<i>Xylocopa</i> ( <i>Nanoxylocopa</i> ) <i>ciliata</i> Burmeister, 1876		x	x
86	<i>Xylocopa</i> ( <i>Neoxylocopa</i> ) <i>augusti</i> Lepeletier 1841	x	x	x
87	<i>Xylocopa</i> ( <i>Neoxylocopa</i> ) <i>frontalis</i> (Olivier, 1789)		x	
88	<i>Xylocopa</i> ( <i>Stenoxylocopa</i> ) <i>artifex</i> Smith, 1874			x
<b>COLLETINAE</b>				
<b>Colletini Lepeletier, 1841</b>				
89	<i>Colletes rugicollis</i> Friese, 1908	x	x	?
90	<i>Colletes rufipes</i> Smith, 1879		x	?
91	<i>Colletes kerri</i> Moure, 1956			?
92	<i>Colletes michenerianus</i> Moure, 1956			?

## Anexo 1: Continuação.

COLLETINAE		L3	L2	L1
<b>Colletini Lepeletier, 1841</b>				
93	<i>Colletes</i> sp. 1 (L2)		x	
94	<i>Colletes</i> sp.. 2 (L2)		x	
<b>Hylaeini Viereck, 1916</b>				
95	<i>Hylaeus rivalis</i> (Schrottky, 1906)			?
96	<i>Hylaeus (Hylaeopsis)</i> sp.. 1 (L1)			?
97	<i>Hylaeus (Hylaeopsis)</i> sp.. 1 (L3)	x		
<b>Paracolletini Cockerell, 1934</b>				
98	<i>Belopria zonata</i> Moure 1956	x		
99	<i>Belopria</i> sp. 1 (L3)	x		
100	<i>Hexanthes missionica</i> Oglobin, 1948		x	
101	<i>Perditomorpha leaena</i> (Vachal 1909)	x	x	
102	<i>Tetraglossula anthracina</i> (Michener, 1989)	x	x	
103	<i>Tetraglossula bigamica</i> (Strand, 1910)			x
<b>Xeromelissini Cockerell, 1926</b>				
104	<i>Chilicola (Oediscelis) dalmeidai</i> (Moure, 1946)			x
105	<i>Chilicola (Oediscelis)</i> sp. 1 (L3)	x		
106	<i>Chilicola (Prosopoides)</i> sp. 1 (L3)	x		
<b>HALICTINAE</b>				
<b>Augochlorini Beebe, 1925</b>				
107	<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1910)	x	x	?
108	<i>Augochlora (Oxystoglossella) semiramis</i> (Schrottky, 1910)	x	x	?
109	<i>Augochlora (Oxystoglossella) thalia</i> Smith, 1879		?	?
110	<i>Augochlora</i> sp. 1 (L1)			?
111	<i>Augochlora</i> sp. 1 (L3)	x		
112	<i>Augochlora</i> sp. 2 (L3)	x		
113	<i>Augochlora</i> sp. 3 (L3)	x		
114	<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	x	x	
115	<i>Augochlorella iopoecila</i> Moure, 1950	x	x	?
116	<i>Augochlorella</i> sp. 1 (L2)		x	
117	<i>Augochlorella</i> sp. 2 (L2)		x	
118	<i>Augochlorella</i> sp. (L1)			?
119	<i>Augochlorodes</i> sp.			x
120	<i>Augochloropsis anisitsi</i> (Schrottky, 1908)	x	x	?
121	<i>Augochloropsis brachycephala</i> Moure, 1943			?
122	<i>Augochloropsis cleopatra</i> (Schrottky, 1902)	x	x	?
123	<i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900)	x	x	?
124	<i>Augochloropsis deianira</i> (Schrottky, 1910)		x	?

## Anexo 1: Continuação.

HALICTINAE		L3	L2	L1
Augochlorini Beebe, 1925				
125	<i>Augochloropsis iris</i> (Schrottky, 1902)	x	x	x
126	<i>Augochloropsis liopelte</i> (Moure, 1940)	x	x	
127	<i>Augochloropsis multiplex</i> (Vachal, 1903)	x	x	
128	<i>Augochloropsis rufisetis</i> (Vachal, 1903)		x	?
129	<i>Augochloropsis symplerens</i> (Vachal, 1903)	x		
130	<i>Augochloropsis terrestris</i> (Vachal, 1903)			?
131	<i>Augochloropsis</i> sp. (L1)			?
132	<i>Augochloropsis</i> sp. 1 (L2)		x	
133	<i>Augochloropsis</i> sp. 2 (L2)		x	
134	<i>Augochloropsis</i> sp. 3 (L2)		x	
135	<i>Augochloropsis</i> sp. 4 (L2)		x	
136	<i>Augochloropsis</i> sp. 5 (L2)		x	
137	<i>Augochloropsis</i> sp. 6 (L2)		x	
138	<i>Augochloropsis</i> sp. 7 (L2)		x	
139	<i>Augochloropsis</i> sp. 8 (L2)		x	
140	<i>Augochloropsis</i> sp. 9 (L2)		x	
141	<i>Augochloropsis</i> sp. 10 (L2)		x	
142	<i>Augochloropsis</i> sp. 1 (L3)	x		
143	<i>Augochloropsis</i> sp. 2 (L3)	x		
144	<i>Augochloropsis</i> sp. 3 (L3)	x		
145	<i>Augochloropsis</i> sp. 4 (L3)	x		
146	<i>Augochloropsis</i> sp. 5 (L3)	x		
147	<i>Augochloropsis</i> sp. 6 (L3)	x		
148	<i>Augochloropsis</i> sp. 7 (L3)	x		
149	<i>Augochloropsis</i> sp. 8 (L3)	x		
150	<i>Ceratalictus clonius</i> (Brèthes, 1909)	x	x	?
151	<i>Ceratalictus stigon</i> (Vachal, 1911)	x		
152	<i>Ceratalicuts</i> sp. (L1)			x
153	<i>Neocorynura aenigma</i> (Gribodo, 1894)	x	x	?
154	<i>Neocorynura atromarginata</i> (Cockerell, 1901)	x		
155	<i>Neocorynura polybioides</i> (Ducke, 1906)			?
156	<i>Paroxystoglossa andromache</i> (Schrottky, 1909)	x		?
157	<i>Paroxystoglossa brachycera</i> Moure, 1960	x	x	
158	<i>Paroxystoglossa jocasta</i> (Schrottky, 1910)	x	x	?
159	<i>Paroxystoglossa mimetica</i> Moure, 1950			?
160	<i>Paroxystoglossa</i> sp. 1 (L1)			x

## Anexo 1: Continuação

HALICTINAE		L3	L2	L1
<b>Augochlorini Beebe, 1925</b>				
161	<i>Paroxystoglossa</i> sp. 1 (L3)	x		
162	<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)		x	x
163	<i>Pseudaugochlora</i> sp. 1 (L3)	x		
164	<i>Rhinocorynura inflaticeps</i> (Ducke, 1906)			?
165	<i>Rhinocorynura</i> sp. (L1)			x
166	<i>Temnosoma</i> sp. (L1)			x
167	<i>Temnosoma</i> sp. 1 (L3)	x		
168	<i>Thectochlora alaris</i> (Vachal, 1904)		x	x
<b>Halictini Thomson, 1869</b>				
169	<i>Agapostemon (Notagapostemon) chapadensis</i> Cockerell, 1900		x	
170	<i>Caenohalictus implexus</i> Moure, 1950			?
171	<i>Caenohalictus palumbes</i> (Vachal, 1903)	x		
172	<i>Caenohalictus tessellatus</i> (Moure, 1940)	x	x	
173	<i>Dialictus nanus</i> (Smith, 1879)	x	x	?
174	<i>Dialictus autranellus</i> (Vachal, 1904)	x		
175	<i>Dialictus bruneriellus</i> (Cockerell, 1918)	x		
176	<i>Dialictus flavipes</i> Moure, 1950		x	?
177	<i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)	x	x	x
178	<i>Dialictus phleboleucus</i> (Moure, 1956)		x	x
179	<i>Dialictus rostratus</i> (Moure, 1947)	x	x	
180	<i>Dialictus rhytidophorus</i> (Moure, 1956)		x	?
181	<i>Dialictus ypirangensis</i> (Schrottky, 1910)			?
182	<i>Dialictus travassosi</i> (Moure, 1940)		x	?
183	<i>Dialictus</i> sp. (L1)			?
184	<i>Dialictus</i> sp. 1 (L2)		x	
185	<i>Dialictus</i> sp. 2 (L2)		x	
186	<i>Dialictus</i> sp. 3 (L2)		x	
187	<i>Dialictus</i> sp. 4 (L2)		x	
188	<i>Dialictus</i> sp. 5 (L2)		x	
189	<i>Dialictus</i> sp. 6 (L2)		x	
190	<i>Dialictus</i> sp. 7 (L2)		x	
191	<i>Dialictus</i> sp. 8 (L2)		x	
192	<i>Dialictus</i> sp. 9 (L2)		x	
193	<i>Dialictus</i> sp. 10 (L2)		x	
194	<i>Dialictus</i> sp. 11 (L2)		x	
195	<i>Dialictus</i> sp. 12 (L2)		x	

## Anexo 1: Continuação.

HALICTINAE		L3	L2	L1
Halictini Thomson, 1869				
196	<i>Dialictus</i> sp. 13 (L2)		x	
197	<i>Dialictus</i> sp. 14 (L2)		x	
198	<i>Dialictus</i> sp. 15 (L2)		x	
199	<i>Dialictus</i> sp. 16 (L2)		x	
200	<i>Dialictus</i> sp. 17 (L2)		x	
201	<i>Dialictus</i> sp. 18 (L2)		x	
202	<i>Dialictus</i> sp. 19 (L2)		x	
203	<i>Dialictus</i> sp. 20 (L2)		x	
204	<i>Dialictus</i> sp. 21 (L2)		x	
205	<i>Dialictus</i> sp. 22 (L2)		x	
206	<i>Dialictus</i> sp. 23 (L2)		x	
207	<i>Dialictus</i> sp. 24 (L2)		x	
208	<i>Dialictus</i> sp. 25 (L2)		x	
209	<i>Dialictus</i> sp. 26 (L2)		x	
210	<i>Dialictus</i> sp. 27 (L2)		x	
211	<i>Dialictus</i> sp. 28 (L2)		x	
212	<i>Dialictus</i> sp. 29 (L2)		x	
213	<i>Dialictus</i> sp. 30 (L2)		x	
214	<i>Dialictus</i> sp. 31 (L2)		x	
215	<i>Dialictus</i> sp. 32 (L2)		x	
216	<i>Dialictus</i> sp. 33 (L2)		x	
177	<i>Dialictus</i> sp. 34 (L2)		x	
217	<i>Dialictus</i> sp. 1 (L3)	x		
218	<i>Dialictus</i> sp. 2 (L3)	x		
219	<i>Dialictus</i> sp. 3 (L3)	x		
220	<i>Dialictus</i> sp. 4 (L3)	x		
221	<i>Dialictus</i> sp. 5 (L3)	x		
222	<i>Dialictus</i> sp. 6 (L3)	x		
223	<i>Dialictus</i> sp. 7 (L3)	x		
224	<i>Dialictus</i> sp. 8 (L3)	x		
225	<i>Dialictus</i> sp. 9 (L3)	x		
226	<i>Dialictus</i> sp. 10 (L3)	x		
227	<i>Dialictus</i> sp. 11 (L3)	x		
228	<i>Dialictus</i> sp. 12 (L3)	x		
229	<i>Dialictus</i> sp. 13 (L3)	x		
230	<i>Dialictus</i> sp. 14 (L3)	x		

## Anexo 1: Continuação.

HALICTINAE				
	L3	L2	L1	
<b>Halictini Thomson, 1869</b>				
231	<i>Dialictus</i> sp. 15 (L3)	x		
232	<i>Dialictus</i> sp. 16 (L3)	x		
233	<i>Dialictus</i> sp. 17 (L3)	x		
234	<i>Dialictus</i> sp. 18 (L3)	x		
235	<i>Dialictus</i> sp. 19 (L3)	x		
236	<i>Dialictus</i> sp. 20 (L3)	x		
237	<i>Dialictus</i> sp. 21 (L3)	x		
239	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) cyaneus</i> Moure & Sakagami, 1984	x	x	?
240	<i>Pseudagapostemon (Brasilagapostemon) larocai</i> Cure, 1989		x	?
241	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) ochromerus</i> (Vachal, 1904)		x	?
242	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pruinosis</i> Moure & Sakagami, 1984	x	x	
243	<i>Pseudagapostemon</i> sp. (L1)			x
244	<i>Sphecodes</i> sp. (L2)		x	
245	<i>Sphecodes</i> sp. 1 (L3)	x		
<b>MEGACHILINAE</b>				
<b>Anthidiini Ashmead, 1899</b>				
246	<i>Anthidium sertanicola</i> Moure & Urban, 1964	x		
247	<i>Epanthidium nectarinioides</i> (Schrottky, 1902)			x
<b>Megachilini Latreille, 1802</b>				
248	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) toteca</i> Cresson, 1878	x		?
249	<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys) pampeana</i> Holmberg, 1887			?
250	<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys)</i> sp. (L2)		x	
251	<i>Coelioxys (Neocoelioxys) praetextata</i> Haliday, 1836	x	x	?
252	<i>Coelioxys</i> sp. (L1)			?
253	<i>Megachile (Acentron) eburnipes</i> Vachal, 1904		x	?
254	<i>Megachile (Acentron) itapuae</i> Schrottky, 1908			?
255	<i>Megachile (Acentron) lentifera</i> Vachal, 1909		x	?
256	<i>Megachile (Acentron)</i> sp. 10 (L2)		x	
257	<i>Megachile (Austromegachile) recta</i> Mitchell, 1930			?
258	<i>Megachile (Austromegachile) susurrans</i> Haliday, 1836		x	?
259	<i>Megachile (Austromegachile) trigonaspis</i> Schrottky, 1913			?
260	<i>Megachile (Austromegachile)</i> sp. 7 (L2)		x	
261	<i>Megachile (Chrysosarus) inquirenda</i> Schrottky, 1913		x	?
262	<i>Megachile (Chrysosarus) pseudanthidioides</i> Moure, 1943	x		?
263	<i>Megachile (Chrysosarus)</i> sp. 11 (L2)		?	
264	<i>Megachile (Leptorachis) aetheria</i> Mitchell, 1930		x	?

## Anexo 1: Continuação.

MEGACHILINAE				
	L3	L2	L1	
<b>Megachilini Latreille, 1802</b>				
265		x	?	
266	x		?	
267	x	x		
268	x			
269	x	x	?	
270		x	?	
271			?	
272		x		
273		x	?	
274	x	x	?	
275	x		?	
276	x			
277	x			
278		x		
279	x	x		
280		x		
281		x		
282		x		
283		x		
284		x		
285		x		
286		x		
287		x		

“x” – presença; “?” – espécies das quais não se conhece o número de indivíduos amostrados.

**Anexo 2:** Cidades descritas nas etiquetas de *Bombus* e  
pertencentes ao Primeiro ou Segundo Planalto  
Paranaense

---

**Cidades**

---

Almirante Tamandaré  
Alto Alegre  
Alto Amparo  
Arapoti  
Araucária  
Barreiro  
Campina Grande do Sul  
Campo Largo  
Castro  
Clevelândia  
Colombo  
Curitiba  
Fênix  
Itavaré  
Jaguaraíva  
Ouro Fino  
Palmeira  
Papagaios Velhos  
Parque Estadual de Campinhos  
Piraquara  
Ponta Grossa  
Quatro Barras  
Quitandinha  
Rio Negro  
São José dos Pinhais  
São Luiz do Purunã  
Tibagi  
Tijucas do Sul  
União da Vitória  
Ventania  
Vila Velha

---

**Anexo 3:** Espécies de Apidae amostradas para a regressão entre o PS de fêmeas (PS<sub>f</sub>) e machos (PS<sub>m</sub>).

<b>Andreninae</b>	<b>PS<sub>f</sub> (mg)</b>	<b>PS<sub>m</sub> (mg)</b>
<i>Acamptopoeum priini</i> (Holmberg, 1884)	10,6909	7,6001
<i>Callonychium (Callonychium) petuniae</i> Cure & Wittmann, 1990	4,1186	3,3157
<i>Anthrenoides antonii</i> Urban, 2005	8,6130	7,0286
<i>Parapsaenythia serripes</i> (Ducke, 1908)	13,5274	4,9575
<i>Psaenythia annulata</i> Gerstaecker, 1868	8,8137	5,5658
<i>Psaenythia bergii</i> Holmberg, 1884	15,9088	13,9340
<i>Psaenythia capito</i> Gerstaecker, 1868	23,9086	17,2916
<i>Psaenythia collaris</i> Schrottky, 1906	14,3487	10,7600
<i>Psaenythia quadifasciata</i> Friese, 1908	27,2836	19,2559
<i>Cephalurgus anomalus</i> Moure & Lucas Oliveira, 1962	1,2970	2,8906
<b>Apinae</b>		
<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	89,7008	77,0963
<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	41,6781	22,5836
<i>Gaesischia (Gaesischiopsis) aurea</i> Urban, 1968	34,6489	25,0682
<i>Gaesischia (Gaesischiopsis) cacerensis</i> Urban, 1989	45,3416	28,5849
<i>Gaesischia (Gaesischia) fulgurans</i> (Holmberg, 1903)	4,2482	3,1288
<i>Gaesischia (Gaesischia) nigra</i> Moure, 1968	34,2006	24,2033
<i>Melissodes (Eplectica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)	29,2507	17,1028
<i>Melissoptila aureocincta</i> Urban, 1968	22,8104	13,6081
<i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)	14,0989	8,5733
<i>Melissoptila minarum</i> (Bertoni & Schorotty, 1910)	23,8500	22,1343
<i>Melissoptila paraguayensis</i> (Brèthes, 1909)	38,2160	28,9832
<i>Melissoptila richardiae</i> Bertoni & Schrottky, 1910	19,7690	12,6607
<i>Melissoptila setigera</i> Urban, 1998	24,0851	21,3625
<i>Melissoptila similis</i> Urban, 1988	19,4016	17,6493
<i>Melissoptila thoracica</i> (Smith, 1854)	21,3625	16,3613
<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepeletier, 1841)	65,0150	37,8966
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853	10,8293	4,3235
<i>Isepeolus viperinus</i> (Holmberg, 1886)	15,1526	12,3116
<i>Isepeolus</i> sp. (L1)	15,1526	12,3116
<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836	43,9218	42,7615
<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	4,4960	2,7481
<i>Brachynomada</i> sp. 1 (L3)	5,6051	5,6501
<i>Brachynomada</i> sp. 2 (L3)	5,6051	4,2109
<i>Nomada</i> sp. 1 (L1)	5,3397	4,6333
<i>Nomada</i> sp. 1 (L3)	5,3397	5,6501
<i>Nomada</i> sp. 2 (L3)	5,3397	8,8137
<i>Trophocleptria variolosa</i> Holmberg, 1886	9,5614	13,4114

## Anexo 3: Continuação

Apinae	PS <sub>r</sub> (mg)	PS <sub>m</sub> (mg)
<i>Lanthanomelissa betinae</i> Urban, 1995	6,5400	5,2102
<i>Lanthanomelissa</i> sp. (L1)	6,5400	5,2102
<i>Lanthanomelissa (Lanthanomelissa)</i> sp. 1 (L2)	6,5400	5,2102
<i>Lanthanomelissa (Lanthanomelissa)</i> sp. 2 (L2)	6,5400	5,2102
<i>Paratetrapedia fervida</i> (Smith, 1879)	18,1582	19,6657
<i>Tapinotaspidoides serraticornis</i> (Friese, 1899)	16,4528	10,5537
<i>Ceratina (Ceratinula) cfr. biguttulata</i> (Moure, 1941)	0,9154	1,0575
<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 1 (L2)	1,2300	1,0501
<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 2 (L2)	1,2300	1,0501
<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 3 (L2)	1,2300	1,0501
<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 4 (L2)	1,2300	1,0501
<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 1 (L3)	1,1338	0,7153
<i>Ceratina (Crewella) assuncionis</i> Strand, 1910	14,8569	9,6577
<i>Ceratina (Crewella) rupestris</i> Holmberg, 1884	32,5895	34,2006
<i>Ceratina (Rhysoceratina) sp. 1 (L3)</i>	4,8956	3,2526
<i>Xylocopa (Nanoxycopa) ciliata</i> Burmeister, 1876	153,1018	126,1742
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) augusti</i> Lepeletier 1841	577,1522	565,4017
<i>Colletes rugicollis</i> Friese, 1908	28,5849	17,7696
<i>Colletes kerri</i> Moure, 1956	57,3871	46,4261
<i>Colletes michenerianus</i> Moure, 1956	47,9917	27,9293
<i>Hylaeus rivalis</i> (Schrottky, 1906)	2,3233	1,9222
<i>Hylaeus (Hylaeopsis) sp. 1 (L3)</i>	2,3233	3,0380
<i>Belopria zonata</i> Moure 1956	19,7690	11,0593
<i>Hexanthes missionica</i> Oglobin, 1948	17,6493	19,0027
<i>Perditomorpha leaena</i> (Vachal 1909)	9,6900	7,4907
<i>Tetraglossula anthracina</i> (Michener, 1989)	19,0307	16,3613
<i>Tetraglossula bigamica</i> (Strand, 1910)	12,8933	11,6280
<b>Colletinae</b>		
<i>Chilicola (Oediscelis) dalmeidai</i> (Moure, 1946)	1,2020	1,6561
<i>Chilicola (Oediscelis) sp. 1 (L3)</i>	1,1732	1,0207
<i>Chilicola (Prosopoides) sp. 1 (L3)</i>	0,6539	1,3753
<b>Halictinae</b>		
<i>Augochlora (Oxystoglossella) semiramis</i> (Schrottky, 1910)	2,3870	2,9884
<i>Augochlora (Oxystoglossella) thalia</i> Smith, 1879	4,8751	4,0535
<i>Augochlora sp. 1 (L3)</i>	9,3077	7,1159
<i>Augochlora sp. 3 (L3)</i>	47,5277	48,1470
<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	3,4769	3,0983

## Anexo 3: Continuação.

<b>Halictinae</b>	<b>PS<sub>f</sub> (mg)</b>	<b>PS<sub>m</sub> (mg)</b>
<i>Augochlorella iopoecila</i> Moure, 1950	3,5098	2,4771
<i>Augochloropsis anisitsi</i> (Schrottky, 1908)	29,3253	15,4647
<i>Augochloropsis cleopatra</i> (Schrottky, 1902)	15,3331	12,5454
<i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900)	9,2450	7,7106
<i>Augochloropsis liopelte</i> (Moure, 1940)	14,8141	21,9119
<i>Augochloropsis multiplex</i> (Vachal, 1903)	7,7663	8,4548
<i>Augochloropsis symplerens</i> (Vachal, 1903)	9,1825	8,8137
<i>Augochloropsis terrestris</i> (Vachal, 1903)	7,8222	6,1140
<i>Augochloropsis</i> sp. 1 (L3)	8,0484	5,8790
<i>Augochloropsis</i> sp. 3 (L3)	7,0634	6,6024
<i>Augochloropsis</i> sp. 5 (L3)	8,0294	7,9348
<i>Ceratalictus clonius</i> (Brèthes, 1909)	3,1748	2,9392
<i>Ceratalictus stigon</i> (Vachal, 1911)	3,3316	3,0380
<i>Neocorynura aenigma</i> (Gribodo, 1894)	6,2821	3,7456
<i>Neocorynura polybioides</i> (Ducke, 1906)	7,5180	4,7936
<i>Paroxystoglossa andromache</i> (Schrottky, 1909)	7,3285	7,3823
<i>Paroxystoglossa jocasta</i> (Schrottky, 1910)	8,0770	7,9631
<i>Paroxystoglossa mimetica</i> Moure, 1950	4,0795	4,0277
<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)	19,4600	12,7379
<i>Temnosoma</i> sp. (L1)	6,6024	6,3551
<i>Thectochlora alaris</i> (Vachal, 1904)	3,5429	2,9197
<i>Agapostemon</i> ( <i>Notagapostemon</i> ) <i>aff. chapadensis</i> Cockerell, 1900	12,9715	9,7547
<i>Caenohalictus palumbes</i> (Vachal, 1903)	10,7600	6,9419
<i>Caenohalictus tessellatus</i> (Moure, 1940)	2,5431	1,7819
<i>Dialictus nanus</i> (Smith, 1879)	2,1283	1,3842
<i>Dialictus bruneriellus</i> (Cockerell, 1918)	4,0076	2,1342
<i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)	1,6889	0,8019
<i>Dialictus phleboleucus</i> (Moure, 1956)	1,1338	1,2341
<i>Dialictus rostratus</i> (Moure, 1947)	3,3247	3,6772
<i>Dialictus rhytidophorus</i> (Moure, 1956)	3,4078	3,2683
<i>Dialictus travassosi</i> (Moure, 1940)	3,6985	3,6772
<i>Dialictus</i> sp. 6 (L3)	1,7714	2,1047
<i>Dialictus</i> sp. 11 (L3)	2,7951	2,2244
<i>Dialictus</i> sp. 12 (L3)	1,4444	1,9894
<i>Pseudagapostemon</i> ( <i>Pseudagapostemon</i> ) <i>cyaneus</i> Moure & Sakagami, 1984	9,1203	7,1159
<i>Pseudagapostemon</i> ( <i>Brasilagapostemon</i> ) <i>larocai</i> Cure, 1989	12,0167	8,9006
<i>Pseudagapostemon</i> ( <i>Pseudagapostemon</i> ) <i>ochromerus</i> (Vachal, 1904)	9,3077	6,5027

## Anexo 3: Continuação.

<b>Halictinae</b>	<b>PS<sub>r</sub> (mg)</b>	<b>PS<sub>m</sub> (mg)</b>
<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pruinosus</i> Moure & Sakagami, 1984	6,2097	3,9737
<i>Sphcodes</i> sp. (L2)	1,8422	2,2983
<b>Megachilinae</b>		
<i>Anthidium sertanicola</i> Moure & Urban, 1964	40,5019	59,5087
<i>Epanthidium nectarinioides</i> (Schrottky, 1902)	36,2229	35,4047
<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys) pampeana</i> Holmberg, 1887	34,2006	32,7339
<i>Coelioxys (Neocoelioxys) praetextata</i> Haliday, 1836	29,9267	40,5019
<i>Megachile (Acentron) eburnipes</i> Vachal, 1904	50,5494	43,9218
<i>Megachile (Acentron) lentifera</i> Vachal, 1909	54,4441	46,2442
<i>Megachile (Austromegachile) susurrans</i> Haliday, 1836	44,9839	22,8104
<i>Megachile (Austromegachile) trigonaspis</i> Schrottky, 1913	54,0475	29,2507
<i>Megachile (Chrysosarus) inquirenda</i> Schrottky, 1913	27,1557	21,9119
<i>Megachile (Chrysosarus) pseudanthidioides</i> Moure, 1943	58,2296	40,5019
<i>Megachile (Leptorachis) aetheria</i> Mitchell, 1930	56,1386	44,8057
<i>Megachile (Leptorachis) aureiventris</i> Schrottky, 1902	64,7540	47,7593
<i>Megachile (Leptorachis) paulistana</i> Schrottky, 1902	51,5191	29,9267
<i>Megachile (Moureapis) apicipennis</i> Schrottky, 1902	41,1713	22,9244
<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Rosdoszkowski, 1874	39,5843	22,9244
<i>Megachile (Moureapis) nigropilosa</i> Schrottky, 1902	40,2646	27,2836
<i>Megachile (Pseudocentron) curvipes</i> Smith, 1853	48,8345	41,5087
<i>Megachile (Pseudocentron) terrestris</i> Schrottky, 1902	59,2942	39,5115
<i>Megachile (Pseudocentron) cfr. framea</i> Schrottky, 1913	58,4415	33,4619
<i>Megachile iherringi</i> Schrottky, 1913	70,6568	91,9735

**Anexo 4:** Lista das espécies de abelhas amostradas em áreas adjacentes ao Aeroporto Afonso Pena, São José dos Pinhais, Paraná, pelos três levantamentos sistematizados.\*Valores para operárias e rainhas.

<b>ANDRENINAE</b>		<b>PS<sub>f</sub> (mg)</b>	<b>PS<sub>m</sub> (mg)</b>
<b>Calliopsini Robertson, 1922</b>			
<b>1</b>	<i>Acamptopoeum priini</i> (Holmberg, 1884)	10,6909	7,6001
<b>2</b>	<i>Callonychium (Callonychium) penutiae</i> Cure & Wittmann, 1990	4,1186	3,3157
<b>Protandrenini Robertson, 1904</b>			
<b>3</b>	<i>Anthrenoides antonii</i> Urban, 2005	8,6130	7,0286
<b>4</b>	<i>Anthrenoides elegantulus</i> Urban, 2005	3,3475	-
<b>5</b>	<i>Anthrenoides larocai</i> Urban, 2005	9,5614	-
<b>6</b>	<i>Anthrenoides meridionalis</i> (Schrottky, 1906)	6,1140	-
<b>7</b>	<i>Anthrenoides politos</i> Urban, 2005	7,9348	7,0286
<b>8</b>	<i>Anthrenoides rodrigo</i> Urban, 2005	6,4040	-
<b>9</b>	<i>Parapsaenythia serripes</i> (Ducke, 1908)	13,5274	4,9575
<b>10</b>	<i>Psaenythia annulata</i> Gerstaecker, 1868	8,8137	5,5658
<b>11</b>	<i>Psaenythia bergii</i> Holmberg, 1884	15,9088	13,9340
<b>12</b>	<i>Psaenythia capito</i> Gerstaecker, 1868	23,9086	17,2916
<b>13</b>	<i>Psaenythia collaris</i> Schrottky, 1906	14,3487	10,7600
<b>14</b>	<i>Psaenythia nomadoides</i> Gerstaecker, 1868	17,1876	13,6506
<b>15</b>	<i>Psaenythia quadifasciata</i> Friese, 1908	27,2836	19,2559
<b>16</b>	<i>Cephalurgus anomalus</i> Moure e Lucas Oliveira, 1962	1,2970	2,8906
<b>17</b>	<i>Rhophitulus</i> sp. 1 (L1)	3,1135	-
<b>18</b>	<i>Rhophitulus</i> sp. 1 (L3)	3,1135	-
<b>APINAE</b>			
<b>Anthophorini Dahlbom, 1835</b>			
<b>19</b>	<i>Anthophora (Mystacanthophora) paranensis</i> Holmberg, 1903	80,1949	46,0627
<b>Apini Latreille, 1802</b>			
<b>20</b>	<i>Apis mellifera</i> Linnaeus, 1758	35,5954	26,7459
<b>Bombini Latreille, 1802</b>			
<b>21</b>	<i>Bombus (Fervidobombus) pauloensis</i> Friese, 1913	110,46/441,20*	85,2456
<b>22</b>	<i>Bombus (Fervidobombus) bellicosus</i> Smith, 1879	105,63/422,90*	91,7151
<b>23</b>	<i>Bombus (Fervidobombus) morio</i> (Swederus, 1787)	172,04/492,83*	145,7576
<b>Centridini Cockerell &amp; Cockerell, 1901</b>			
<b>24</b>	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	89,7008	77,0963
<b>Emphorini Robertson, 1904</b>			
<b>25</b>	<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	41,6781	22,5836
<b>26</b>	<i>Melitoma</i> sp. 1 (L3)	41,6781	29,9267
<b>Eucerini Latreille, 1802</b>			
<b>27</b>	<i>Gaesischia (Gaesischiopsis) aurea</i> Urban, 1968	34,6489	25,0682
<b>28</b>	<i>Gaesischia (Gaesischiopsis) cacerensis</i> Urban, 1989	45,3416	28,5849
<b>29</b>	<i>Gaesischia (Gaesischia) fulgurans</i> (Holmberg, 1903)	4,2482	3,1288
<b>30</b>	<i>Gaesischia (Gaesischia) nigra</i> Moure, 1968	34,2006	24,2033
<b>31</b>	<i>Melissodes (Ecplectica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)	29,2507	17,1028

## Anexo 4: Continuação

APINAE		PS <sub>r</sub> (mg)	PS <sub>m</sub> (mg)
<b>Eucerini Latreille, 1802</b>			
32	<i>Melissoptila aureocincta</i> Urban, 1968	22,8104	13,6081
33	<i>Melissoptila bonaerensis</i> Holmberg, 1903	18,0605	-
34	<i>Melissoptila cnecomala</i> (Moure, 1944)	14,0989	8,5733
35	<i>Melissoptila minarum</i> (Bertoni & Schorotty, 1910)	23,8500	22,1343
36	<i>Melissoptila paraguayensis</i> (Brèthes, 1909)	38,2160	28,9832
37	<i>Melissoptila richardiae</i> Bertoni & Schrottky, 1910	19,7690	12,6607
38	<i>Melissoptila setigera</i> Urban, 1998	24,0851	21,3625
39	<i>Melissoptila similis</i> Urban, 1988	19,4016	17,6493
40	<i>Melissoptila thoracica</i> (Smith, 1854)	21,3625	16,3613
41	<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepelletier, 1841)	65,0150	37,8966
<b>Exomalopsini Michener, 1944</b>			
42	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853	10,8293	4,3235
43	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) trifasciata</i> Brèthes, 1910	10,3500	-
44	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp. 1</i> (L2)	10,3500	4,3235
45	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp. 2</i> (L2)	10,3500	-
46	<i>Exomalopsis sp. (L1)</i>	10,5879	4,3235
<b>Isepeolini Rozen, Eickwort &amp; Eickwort, 1978</b>			
47	<i>Isepeolus viperinus</i> (Holmberg, 1886)	15,1526	12,3116
48	<i>Isepeolus sp. (L1)</i>	15,1526	12,3116
<b>Meliponini Lepelletier, 1836</b>			
49	<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata</i> Lepelletier, 1836	43,9218	42,7615
50	<i>Plebeia emerina</i> (Friese, 1900)	4,4960	2,7481
51	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	1,7925	0,0000
52	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	9,0584	7,4979
<b>Nomadini Latreille, 1802</b>			
53	<i>Brachynomada sp. 1</i> (L3)	5,6051	5,6501
54	<i>Brachynomada sp. 2</i> (L3)	5,6051	4,2109
55	<i>Nomada sp. 1</i> (L1)	5,3397	4,6333
56	<i>Nomada sp. 1</i> (L3)	5,3397	5,6501
57	<i>Nomada sp. 2</i> (L3)	5,3397	8,8137
58	<i>Trophocleptria variolosa</i> Holmberg, 1886	9,5614	13,4114
<b>Tapinotaspidini Roig-Alsina &amp; Michener, 1993</b>			
59	<i>Lanthanomelissa betinae</i> Urban, 1995	6,5400	5,2102
60	<i>Lanthanomelissa sp. (L1)</i>	6,5400	5,2102
61	<i>Lanthanomelissa (Lanthanomelissa) sp. 1</i> (L2)	6,5400	5,2102
62	<i>Lanthanomelissa (Lanthanomelissa) sp. 2</i> (L2)	6,5400	5,2102
63	<i>Paratetrapedia fervida</i> (Smith, 1879)	18,1582	19,6657
64	<i>Tapinotaspoides serraticornis</i> (Friese, 1899)	16,4528	10,5537
<b>Xylocopini Latreille, 1802</b>			
65	<i>Ceratina (Ceratinula) cfr. biguttulata</i> (Moure, 1941)	0,9154	1,0575
66	<i>Ceratina (Ceratinula) oxalidis</i> Schrottky, 1907	1,0207	0,8754

## Anexo 4: Continuação

APINAE		PS <sub>f</sub> (mg)	PS <sub>m</sub> (mg)
<b>Xylocopini Latreille, 1802</b>			
67	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 1 (L1)	1,0207	0,8754
68	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 1 (L2)	1,2300	1,0501
69	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 2 (L2)	1,2300	1,0501
70	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 3 (L2)	1,2300	1,0501
71	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 4 (L2)	1,2300	1,0501
72	<i>Ceratina (Ceratinula)</i> sp. 1 (L3)	1,1338	0,7153
73	<i>Ceratina (Crewella) assuncionis</i> Strand, 1910	14,8569	9,6577
74	<i>Ceratina (Crewella) rupestris</i> Holmberg, 1884	32,5895	34,2006
75	<i>Ceratina</i> sp. (L1)	10,0977	5,4228
76	<i>Ceratina</i> sp. 1 (L2)	10,0977	5,4228
77	<i>Ceratina</i> sp. 2 (L2)	10,0977	-
78	<i>Ceratina</i> sp. 3 (L2)	10,0977	-
79	<i>Ceratina</i> sp. 4 (L2)	5,4735	5,4228
80	<i>Ceratina</i> sp. 5 (L2)	10,0977	-
81	<i>Ceratina (Rhysoceratina)</i> sp. 1 (L1)	3,2494	3,2526
82	<i>Ceratina (Rhysoceratina)</i> sp. 1 (L3)	4,8956	3,2526
83	<i>Ceratina (Rhysoceratina)</i> sp. 2 (L3)	3,5098	-
84	<i>Ceratina (Rhysoceratina)</i> sp. 3 (L3)	1,8422	-
85	<i>Xylocopa (Nanoxycopa) ciliata</i> Burmeister, 1876	153,1018	126,1742
86	<i>Xylocopa (Neoxycopa) augusti</i> Lepeletier 1841	577,1522	565,4017
87	<i>Xylocopa (Neoxycopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	136,0992	-
88	<i>Xylocopa (Stenoxycopa) artifex</i> Smith, 1874	173,3108	143,4800
<b>COLLETINAE</b>			
<b>Colletini Lepeletier, 1841</b>			
89	<i>Colletes rugicollis</i> Friese, 1908	28,5849	17,7696
90	<i>Colletes rufipes</i> Smith, 1879	26,7743	-
91	<i>Colletes kerri</i> Moure, 1956	57,3871	46,4261
92	<i>Colletes michenerianus</i> Moure, 1956	47,9917	27,9293
93	<i>Colletes</i> sp. 1 (L2)	38,7995	-
94	<i>Colletes</i> sp. 2 (L2)	-	29,2060
<b>Hylaeini Viereck, 1916</b>			
95	<i>Hylaeus rivalis</i> (Schrottky, 1906)	2,3233	1,9222
96	<i>Hylaeus (Hylaeopsis)</i> sp. 1 (L1)	2,3233	3,0380
97	<i>Hylaeus (Hylaeopsis)</i> sp. 1 (L3)	2,3233	3,0380
<b>Paracolletini Cockerell, 1934</b>			
98	<i>Belopria zonata</i> Moure 1956	19,7690	11,0593
99	<i>Belopria</i> sp. 1 (L3)	-	14,1818
100	<i>Hexanthes missionica</i> Oglobin, 1948	17,6493	19,0027
101	<i>Perditomorpha leaena</i> (Vachal 1909)	9,6900	7,4907
102	<i>Tetraglossula anthracina</i> (Michener, 1989)	19,0307	16,3613

## Anexo 4: Continuação.

APINAE		PS <sub>r</sub> (mg)	PS <sub>m</sub> (mg)
<b>Paracolletini Cockerell, 1934</b>			
103	<i>Tetraglossula bigamica</i> (Strand, 1910)	12,8933	11,6280
<b>Xeromelissini Cockerell, 1926</b>			
104	<i>Chilicola (Oediscelis) dalmeidai</i> (Moure, 1946)	1,2020	1,6561
105	<i>Chilicola (Oediscelis)</i> sp. 1 (L3)	1,1732	1,0207
106	<i>Chilicola (Prosopoides)</i> sp. 1 (L3)	0,6539	1,3753
<b>HALICTINAE</b>			
<b>Augochlorini Beebe, 1925</b>			
107	<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1910)	9,2450	9,9571
108	<i>Augochlora (Oxystoglossella) semiramis</i> (Schrottky, 1910)	2,3866	2,9884
109	<i>Augochlora (Oxystoglossella) thalia</i> Smith, 1879	4,8751	4,0535
110	<i>Augochlora</i> sp. 1 (L1)	13,6830	9,9571
111	<i>Augochlora</i> sp. 1 (L3)	9,3077	7,1159
112	<i>Augochlora</i> sp. 2 (L3)	42,1890	-
113	<i>Augochlora</i> sp. 3 (L3)	47,5277	48,1470
114	<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	3,4769	3,0983
115	<i>Augochlorella iopoecila</i> Moure, 1950	3,5098	2,4771
116	<i>Augochlorella</i> sp. 1 (L2)	3,4974	-
117	<i>Augochlorella</i> sp. 2 (L2)	-	2,7762
118	<i>Augochlorella</i> sp. (L1)	3,4974	2,7762
119	<i>Augochlorodes</i> sp. (L1)	9,8034	8,0693
120	<i>Augochloropsis anisitsi</i> (Schrottky, 1908)	29,3253	15,4647
121	<i>Augochloropsis brachycephala</i> Moure, 1943	10,1756	12,9754
122	<i>Augochloropsis cleopatra</i> (Schrottky, 1902)	15,3331	12,5454
123	<i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900)	9,2450	7,7106
124	<i>Augochloropsis deianira</i> (Schrottky, 1910)	7,7942	12,9754
125	<i>Augochloropsis iris</i> (Schrottky, 1902)	14,5168	99,6220
126	<i>Augochloropsis liopelte</i> (Moure, 1940)	14,8141	21,9119
127	<i>Augochloropsis multiplex</i> (Vachal, 1903)	7,7663	8,4548
128	<i>Augochloropsis rufisetis</i> (Vachal, 1903)	10,1756	-
129	<i>Augochloropsis symplerens</i> (Vachal, 1903)	9,1825	8,8137
130	<i>Augochloropsis terrestris</i> (Vachal, 1903)	7,8222	6,1140
131	<i>Augochloropsis</i> sp. (L1)	10,1756	12,9754
132	<i>Augochloropsis</i> sp. 1 (L2)	10,1756	-
133	<i>Augochloropsis</i> sp. 2 (L2)	10,1756	-
134	<i>Augochloropsis</i> sp. 3 (L2)	10,1756	-
135	<i>Augochloropsis</i> sp. 4 (L2)	10,1756	-
136	<i>Augochloropsis</i> sp. 5 (L2)	-	12,9754
137	<i>Augochloropsis</i> sp. 6 (L2)	10,1756	-
138	<i>Augochloropsis</i> sp. 7 (L2)	10,1756	-
139	<i>Augochloropsis</i> sp. 8 (L2)	10,1756	-

## Anexo 4: Continuação

HALICTINAE		PS <sub>f</sub> (mg)	PS <sub>m</sub> (mg)
Augochlorini Beebe, 1925			
140	<i>Augochloropsis</i> sp. 9 (L2)	10,1756	-
141	<i>Augochloropsis</i> sp. 10 (L2)	-	12,9754
142	<i>Augochloropsis</i> sp. 1 (L3)	8,0484	5,8790
143	<i>Augochloropsis</i> sp. 2 (L3)	4,3996	-
144	<i>Augochloropsis</i> sp. 3 (L3)	7,0634	6,6024
145	<i>Augochloropsis</i> sp. 4 (L3)	4,5938	-
146	<i>Augochloropsis</i> sp. 5 (L3)	8,0294	7,9348
147	<i>Augochloropsis</i> sp. 6 (L3)	7,6552	-
148	<i>Augochloropsis</i> sp. 7 (L3)	16,3613	-
149	<i>Augochloropsis</i> sp. 8 (L3)	15,4647	-
150	<i>Ceratalictus clonius</i> (Brèthes, 1909)	3,1748	2,9392
151	<i>Ceratalictus stigon</i> (Vachal, 1911)	3,3316	3,0380
152	<i>Ceratalictus</i> sp. (L1)	3,2526	2,9881
153	<i>Neocorynura aenigma</i> (Gribodo, 1894)	6,2821	3,7456
154	<i>Neocorynura atromarginata</i> (Cockerell, 1901)	9,6623	-
155	<i>Neocorynura polybioides</i> (Ducke, 1906)	7,5180	4,7936
156	<i>Paroxystoglossa andromache</i> (Schrottky, 1909)	7,3285	7,3823
157	<i>Paroxystoglossa brachycera</i> Moure, 1960	4,9990	-
158	<i>Paroxystoglossa jocasta</i> (Schrottky, 1910)	8,0770	7,9631
159	<i>Paroxystoglossa mimetica</i> Moure, 1950	4,0795	4,0277
160	<i>Paroxystoglossa</i> sp. 1 (L1)	5,8593	6,2821
161	<i>Paroxystoglossa</i> sp. 1 (L3)	5,4272	-
162	<i>Pseudaugochlora graminea</i> (Fabricius, 1804)	19,4600	12,7379
163	<i>Pseudaugochlora</i> sp. 1 (L3)	19,2559	17,9308
164	<i>Rhinocorynura inflaticeps</i> (Ducke, 1906)	10,3500	9,0646
165	<i>Rhinocorynura</i> sp. (L1)	10,3500	9,0646
166	<i>Temnosoma</i> sp. (L1)	6,6024	6,3551
167	<i>Temnosoma</i> sp. 1 (L3)	3,5098	-
168	<i>Thectochlora alaris</i> (Vachal, 1904)	3,5429	2,9197
Halictini Thomson, 1869			
169	<i>Agapostemon (Notagapostemon) aff. chapadensis</i> Cockerell, 1900	12,9715	9,7547
170	<i>Caenohalictus implexus</i> Moure, 1950	2,4771	0,7865
171	<i>Caenohalictus palumbes</i> (Vachal, 1903)	10,7600	6,9419
172	<i>Caenohalictus tessellatus</i> (Moure, 1940)	2,5431	1,7819
173	<i>Dialictus nanus</i> (Smith, 1879)	2,1283	1,3842
174	<i>Dialictus autranellus</i> (Vachal, 1904)	1,7819	9,7547
175	<i>Dialictus bruneriellus</i> (Cockerell, 1918)	4,0076	2,1342
176	<i>Dialictus flavipes</i> Moure, 1950	1,5063	1,9512
177	<i>Dialictus opacus</i> (Moure, 1940)	1,6889	0,8019
178	<i>Dialictus phleboleucus</i> (Moure, 1956)	1,1338	1,2341
179	<i>Dialictus rostratus</i> (Moure, 1947)	3,3247	3,6772

## Anexo 4: Continuação

HALICTINAE		PS <sub>f</sub> (mg)	PS <sub>m</sub> (mg)
Augochlorini Beebe, 1925			
180	<i>Dialictus rhytidophorus</i> (Moure, 1956)	3,4078	3,2683
181	<i>Dialictus ypirangensis</i> (Schrottky, 1910)	1,4751	1,9512
182	<i>Dialictus travassosi</i> (Moure, 1940)	3,6985	3,6772
183	<i>Dialictus</i> sp. (L1)	1,9601	1,9512
184	<i>Dialictus</i> sp. 1 (L2)	1,9601	1,9512
185	<i>Dialictus</i> sp. 2 (L2)	1,9601	-
186	<i>Dialictus</i> sp. 3 (L2)	1,9601	-
187	<i>Dialictus</i> sp. 4 (L2)	1,9601	-
188	<i>Dialictus</i> sp. 5 (L2)	1,9601	-
189	<i>Dialictus</i> sp. 6 (L2)	1,9601	-
190	<i>Dialictus</i> sp. 7 (L2)	1,9601	1,9512
191	<i>Dialictus</i> sp. 8 (L2)	1,9601	-
192	<i>Dialictus</i> sp. 9 (L2)	1,9601	-
193	<i>Dialictus</i> sp. 10 (L2)	1,9601	-
194	<i>Dialictus</i> sp. 11 (L2)	1,9601	-
195	<i>Dialictus</i> sp. 12 (L2)	1,9601	-
196	<i>Dialictus</i> sp. 13 (L2)	1,9601	-
197	<i>Dialictus</i> sp. 14 (L2)	1,9601	-
198	<i>Dialictus</i> sp. 15 (L2)	1,9601	-
199	<i>Dialictus</i> sp. 16 (L2)	1,9601	-
200	<i>Dialictus</i> sp. 17 (L2)	1,9601	-
201	<i>Dialictus</i> sp. 18 (L2)	1,9601	-
202	<i>Dialictus</i> sp. 19 (L2)	1,9601	-
203	<i>Dialictus</i> sp. 20 (L2)	1,9601	-
204	<i>Dialictus</i> sp. 21 (L2)	1,9601	-
205	<i>Dialictus</i> sp. 22 (L2)	1,9601	-
206	<i>Dialictus</i> sp. 23 (L2)	1,9601	-
207	<i>Dialictus</i> sp. 24 (L2)	1,9601	-
208	<i>Dialictus</i> sp. 25 (L2)	1,9601	-
209	<i>Dialictus</i> sp. 26 (L2)	1,9601	-
210	<i>Dialictus</i> sp. 27 (L2)	1,9601	-
211	<i>Dialictus</i> sp. 28 (L2)	1,9601	-
212	<i>Dialictus</i> sp. 29 (L2)	1,9601	-
213	<i>Dialictus</i> sp. 30 (L2)	1,9601	-
214	<i>Dialictus</i> sp. 31 (L2)	1,9601	-
215	<i>Dialictus</i> sp. 32 (L2)	1,9601	-
216	<i>Dialictus</i> sp. 33 (L2)	1,9601	-
177	<i>Dialictus</i> sp. 34 (L2)	1,9601	-
217	<i>Dialictus</i> sp. 1 (L3)	2,4122	-
218	<i>Dialictus</i> sp. 2 (L3)	1,2136	-
219	<i>Dialictus</i> sp. 3 (L3)	1,1338	-

## Anexo 4: Continuação

<b>HALICTINAE</b>		<b>PS<sub>f</sub> (mg)</b>	<b>PS<sub>m</sub> (mg)</b>
<b>Augochlorini Beebe, 1925</b>			
220	<i>Dialictus</i> sp. 4 (L3)	1,5220	-
221	<i>Dialictus</i> sp. 5 (L3)	1,6561	-
222	<i>Dialictus</i> sp. 6 (L3)	1,7714	2,1047
223	<i>Dialictus</i> sp. 7 (L3)	1,7714	-
224	<i>Dialictus</i> sp. 8 (L3)	2,8906	-
225	<i>Dialictus</i> sp. 9 (L3)	1,7506	-
226	<i>Dialictus</i> sp. 10 (L3)	1,2970	-
227	<i>Dialictus</i> sp. 11 (L3)	2,7951	2,2244
228	<i>Dialictus</i> sp. 12 (L3)	1,4444	1,9894
229	<i>Dialictus</i> sp. 13 (L3)	1,9222	1,9512
230	<i>Dialictus</i> sp. 14 (L3)	1,7925	1,9512
231	<i>Dialictus</i> sp. 15 (L3)	2,3014	-
232	<i>Dialictus</i> sp. 16 (L3)	-	1,1338
233	<i>Dialictus</i> sp. 17 (L3)	-	1,7714
234	<i>Dialictus</i> sp. 18 (L3)	-	0,9154
235	<i>Dialictus</i> sp. 19 (L3)	-	1,2136
236	<i>Dialictus</i> sp. 20 (L3)	-	1,0575
237	<i>Dialictus</i> sp. 21 (L3)	-	0,9154
238	<i>Oragapostemon divaricatus</i> (Vachal, 1903)	10,4855	7,1159
239	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) cyaneus</i> Moure & Sakagami, 1984	9,1203	7,1159
240	<i>Pseudagapostemon (Brasilagapostemon) larocai</i> Cure, 1989	12,0167	8,9006
241	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) ochromerus</i> (Vachal, 1904)	9,3077	6,5027
242	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pruinusos</i> Moure & Sakagami, 1984	6,2097	3,9737
243	<i>Pseudagapostemon</i> sp. (L1)	9,0045	6,4520
244	<i>Sphecodes</i> sp. (L2)	1,8422	2,2983
245	<i>Sphecodes</i> sp. 1 (L3)	1,6889	-
<b>MEGACHILINAE</b>			
<b>Anthidiini Ashmead, 1899</b>			
246	<i>Anthidium sertanicola</i> Moure & Urban, 1964	40,5019	59,5087
247	<i>Epanthidium nectarinioides</i> (Schrottky, 1902)	36,2229	35,4047
<b>Megachilini Latreille, 1802</b>			
248	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys) tolteca</i> Cresson, 1878	32,0164	21,3625
249	<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys) pampeana</i> Holmberg, 1887	34,2006	32,7339
250	<i>Coelioxys (Glyptocoelioxys)</i> sp. (L2)	-	30,8451
251	<i>Coelioxys (Neocoelioxys) praetextata</i> Haliday, 1836	29,9267	40,5019
252	<i>Coelioxys</i> sp. (L1)	32,0164	30,8451
253	<i>Megachile (Acentron) eburnipes</i> Vachal, 1904	50,5494	43,9218
254	<i>Megachile (Acentron) itapuae</i> Schrottky, 1908	52,4714	50,5976
255	<i>Megachile (Acentron) lentifera</i> Vachal, 1909	54,4441	46,2442
256	<i>Megachile (Acentron)</i> sp. 10 (L2)	52,4714	46,8693

## Anexo 4: Continuação

MEGACHILINAE		PS <sub>f</sub> (mg)	PS <sub>m</sub> (mg)
Megachilini Latreille, 1802			
257	<i>Megachile (Austromegachile) recta</i> Mictchell, 1930	42,8334	25,8982
258	<i>Megachile (Austromegachile) susurrans</i> Haliday, 1836	44,9839	22,8104
259	<i>Megachile (Austromegachile) trigonaspis</i> Schrottky, 1913	54,0475	29,2507
260	<i>Megachile (Austromegachile) sp. 7 (L2)</i>	0,0561	25,8982
261	<i>Megachile (Chrysosarus) inquirenda</i> Schrottky, 1913	27,1557	21,9119
262	<i>Megachile (Chrysosarus) pseudanthidioides</i> Moure, 1943	58,2296	40,5019
263	<i>Megachile (Chrysosarus) sp. 11 (L2)</i>	58,2296	40,5019
264	<i>Megachile (Leptorachis) aetheria</i> Mitchell, 1930	56,1386	44,8057
265	<i>Megachile (Leptorachis) aureiventris</i> Schrottky, 1902	64,7540	47,7593
266	<i>Megachile (Leptorachis) paulistana</i> Schrottky, 1902	51,5191	29,9267
267	<i>Megachile (Moureapis) apicipennis</i> Schrottky, 1902	41,1713	22,9244
268	<i>Megachile (Moureapis) electrum</i> Mitchell, 1930	63,9062	-
269	<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Rosdoszkowski, 1874	39,5843	22,9244
270	<i>Megachile (Moureapis) nigropilosa</i> Schrottky, 1902	40,2646	27,2836
271	<i>Megachile (Moureapis) pleuralis</i> Vachal, 1909	43,0496	24,3219
272	<i>Megachile (Moureapis) sp. 14 (L2)</i>	-	24,3219
273	<i>Megachile (Pseudocentron) curvipes</i> Smith, 1853	48,8345	41,5087
274	<i>Megachile (Pseudocentron) terrestris</i> Schrottky, 1902	59,2942	39,5115
275	<i>Megachile (Pseudocentron) cfr. framea</i> Schrottky, 1913	58,4415	33,4619
276	<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 1 (L3)</i>	47,5277	38,0561
277	<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 2 (L3)</i>	50,3569	38,0561
278	<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 12 (L2)</i>	52,7386	-
279	<i>Megachile iheringi</i> Schrottky, 1913	70,6568	91,9735
280	<i>Megachile sp. 1 (L2)</i>	44,8903	9,9785
281	<i>Megachile sp. 2 (L2)</i>	44,8903	-
282	<i>Megachile sp. 3 (L2)</i>	-	9,9785
283	<i>Megachile sp. 4 (L2)</i>	-	9,9785
284	<i>Megachile sp. 5 (L2)</i>	-	9,9785
285	<i>Megachile sp. 6 (L2)</i>	-	9,9785
286	<i>Megachile sp. 8 (L2)</i>	-	9,9785
287	<i>Megachile sp. 9 (L2)</i>	-	9,9785

(-) sexos não amostrados.