

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THIAGO DEMETRIUS WOISKI

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE VESPAS E ABELHAS  
SOLITÁRIAS EM UM FRAGMENTO URBANO DE FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA

CURITIBA

2009

THIAGO DEMETRIUS WOISKI

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE VESPAS E ABELHAS  
SOLITÁRIAS EM UM FRAGMENTO URBANO DE FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia, Departamento de Zoologia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio O. Moura

Co-orientador: Prof. Dr. Gabriel A. R. de Melo

CURITIBA

2009

*Aos meus amados pais Carlos e Sara pela educação, amor e carinho;  
pelos seus incentivos e exemplos de caráter e honestidade  
que me levaram aos poucos a autonomia e conseqüentemente  
a estar hoje concluindo este trabalho.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, saúde, oportunidades e lições.

Ao Professor Mauricio Osvaldo Moura, pela orientação, confiança e amizade mas acima de tudo pela autonomia a mim oferecida.

Ao Professor Gabriel Augusto de Melo, pela co-orientação, esclarecendo dúvidas e auxiliando de forma imprescindível na identificação e nomenclatura das espécies.

Ao Professor Angelo Pires do Prado (UNICAMP), pela identificação dos forídeos.

A Professora Alice Fumi Kumagai (UFMG), pela identificação dos ichneumonídeos.

Ao Professor Roberto Cambra (Universidade do Panamá), pela identificação dos mutilídeos.

Ao Professor Mario Antonio Navarro por disponibilizar seus equipamentos de laboratório em algumas de minhas atividades.

A Solange Regina Malkowski do Museu de História Natural da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, por ter tornado o estudo no Zoológico municipal possível.

Ao colega Bolívar R. Garcete-Barrett, pela identificação dos Eumeninae e Chrysididae.

Ao amigo Antonio Carlos, pelo auxílio que antecedeu e continuou ao longo de toda esta caminhada.

Aos companheiros do futebol das quintas-feiras, pelo divertimento.

Aos amigos, Ana, Carla e Sullamy pela amizade.

A minha amada noiva Lisiane e família, pelo apoio, amor e carinho.

A CAPES pela concessão da bolsa.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro.



*Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito.*

*Um se chama ontem e o outro se chama amanhã,*

*portanto hoje é o dia certo para amar,*

*acreditar, fazer e principalmente viver.*

**Dalai Lama**

## RESUMO

Procurou-se determinar a estrutura da comunidade de vespas e abelhas solitárias que nidificam em cavidades pré-existentes de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Mista, localizado em Curitiba, Paraná determinando a) a composição da comunidade; b) se a comunidade se estrutura espacialmente entre a borda e o interior do fragmento; c) se existe e qual a magnitude da variação sazonal na estruturação da comunidade e d) se as espécies componentes exibem preferência por diâmetro de orifícios. Para amostragem dos insetos foram utilizados 512 ninhos-armadilha de madeira com orifícios de 0,5; 0,7; 1,0 e 1,3 cm. Os ninhos foram fixados a 1,5 m de altura, dispostos linearmente a partir de 4m da borda em duas transecções paralelas (réplicas) com 214 m de comprimento cada uma. Durante o período de outubro de 2007 a setembro de 2008 foram coletados 351 ninhos sendo que deste total, em 200 ninhos houve emergência de 14 espécies, que correspondem a nove espécies de vespas e cinco espécies de abelhas. Em relação ao número de ninhos fundados por vespas, *Auplopus* sp<sub>1</sub> foi a espécie mais abundante seguida de *Trypoxylon* sp. Entre as abelhas *Megachile* (*Austromegachile*) *trigonaspis* foi a espécie mais abundante. De maneira geral *Auplopus* sp<sub>1</sub> demonstrou uma tendência de diminuir a ocupação dos ninhos-armadilha a medida que se aproxima do centro do fragmento ( $r = -0,20$ ,  $n = 14$ ). *Zethus pilosus* ocupou mais as porções anteriores do fragmento ( $r = -0,12$ ) enquanto que *Z. plaumani* ocupou as porções mais internas ( $r = 0,30$ ). *Trypoxylon* sp apresentou uma ocupação nas porções anteriores da transeção ( $r = -0,44$ ) e para *Pisoxylon* sp as porções mais internas ( $r = 0,38$ ). A maior parte dos ninhos foi fundada no verão (45,5%) entre os meses de dezembro e janeiro. A abundância de ninhos-armadilha e a riqueza de espécies de vespas e abelhas apresentaram variações apenas entre as estações do verão e inverno. Entre as espécies mais abundantes, *Auplopus* sp<sub>1</sub> e *Z. plaumani* apresentaram variação quanto ao número de ninhos-armadilha ocupados entre as estações do verão e do inverno. *Trypoxylon* sp apresentou variação no número de ninhos entre a primavera e o verão e entre as estações do verão e inverno. A comunidade de vespas e abelhas como um todo utilizou em maior número os ninhos-armadilha com diâmetros de 0,5 cm e 0,7 cm. As espécies componentes desta comunidade exibiram variação sazonal e espacial nos padrões de ocupação. No entanto, as decisões acerca da utilização dos diâmetros disponíveis para nidificação bem como da posição destes ninhos em relação à borda são fundamentalmente respostas individualísticas, não tendo um padrão geral consistente sido detectado.

Palavras-chave: Estrutura de comunidade. Vespas e abelhas solitárias. Floresta Ombrófila Mista.

## SUMMARY

The objective of this study was know the structure of the community wasps and solitary bees that nesting in preexisting cavities in a urban fragment of Mixing Ombrófila Forest, located in Curitiba, Paraná determining a) the composition of the community; b) if the community its structured on the space between the edge and the center of the fragment; c) if exists and which the magnitude of the seasonal variation in the structuration of community and d) if species have preference for diameter of trap-nest orifices. For sampling of the insects 512 trap-nests made with wood and orifices of 0.5; 0.7; 1.0 and 1.3 cm were used. The nests were fixed linearly at 1.5 m of height in two parallel transects (rejoinders), with 214 length meters each one, that starting from 4 meters of the edge of the fragment . During the period of October, 2007 to September, 2008 351 nests were collected, in 200 that nests had emergency of 14 species, correspondent nine species of wasps and five species of bees. In relation to the number of nests established for wasps, *Auplopus* sp<sub>1</sub> was the species most abundant followed by *Trypoxylon* sp. To the bees *Megachile* (*Austromegachile*) *trigonaspis* it was the species most abundant. In general *Auplopus* sp<sub>1</sub> demonstrated a trend to diminish the occupation of the trap-nest the measure that if approaches to the center of the fragment ( $r = -0.20$ ,  $n = 14$ ). *Zethus pilosus* occupied more the previous portions ( $r = -0.12$ ) whereas *Z. plaumani* occupied the portions most internal ( $r = 0.30$ ). *Trypoxylon* sp presented an occupation in the previous portions of transects ( $r = -0.44$ ) and *Pisoxylon* sp the portions most internal ( $r = 0.38$ ). Most of the nests were established in the summer (45.5%) between the months of December and January. Trap-nest abundance and the richness of species wasps and bees had only presented variations between the stations of the summer and winter. To the species most abundant, *Auplopus* sp<sub>1</sub> and *Z. plaumani* had presented variation in the number of trap-nested between the stations of the summer and the winter. *Trypoxylon* sp presented variation in the number of trap-nested between the spring and the summer and between the stations of the summer and winter. The community of wasps and bees as a whole used in bigger number the trap-nest with orifices of 0.5 cm and 0.7 cm. The component species of this community had shown seasonal and space variation in the occupation standards. However, the decisions concerning the use of the available orifices for nest building as well as of the position of these nests in relation to the edge are basically individualistically answers, not having a consistent general standard been detected.

Key-words: Structure of community. Solitary wasps and bees. Trap-nests. Floresta Ombrófila Mista.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1. Localização da área onde foram efetuadas as coletas, em área de remanescente florestal, Curitiba, Paraná. (A) Brasil, (B) Estado do Paraná, (C) Localização do Parque Regional do Iguaçu no Município de Curitiba ..... 4
- FIGURA 2. Esquema representando a área de estudo localizada no Parque Regional do Iguaçu no Município de Curitiba – Pr., e as transecções com os 32 pontos de amostragem. .... 7
- FIGURA 3 – Distribuição espacial em relação a borda das espécies de vespas da família Pompilidae que nidificaram nos ninhos-armadilha das transecções de (A)T1 e (B)T2 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr. .... 12
- FIGURA 4 – Distribuição espacial em relação a borda das espécies de vespas da família Vespidae que nidificaram nos ninhos-armadilha das transecções de (A)T1 e (B)T2 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr. .... 13
- FIGURA 5 – Distribuição espacial em relação a borda das espécies de vespas da família Crabronidae que nidificaram nos ninhos-armadilha das transecções de (A)T1 e (B)T2 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr. .... 15
- FIGURA 6 – Distribuição espacial em relação a borda das espécies de abelhas da subfamília Megachilinae que nidificaram nos ninhos-armadilha das transecções de (A)T1 e (B)T2 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr. .... 16
- FIGURA 7 – Número de ninhos fundados (A) mensalmente e (B) entre as estações do ano no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr., durante o período de outubro de 2007 a setembro de 2008. .... 17
- FIGURA 8 – (A) Abundância de ninhos e (B) riqueza de espécies da comunidade de vespas e abelhas solitárias coletas nos ninhos-armadilha durante as estações correspondentes ao período de outubro de 2007 a setembro de 2008 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr. .... 19
- FIGURA 9 – Relação entre a (A) abundância de ninhos-armadilha ocupados a (B) riqueza das espécies e a umidade relativa (%) mensal do ar no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr., referente ao período de outubro de 2007 a setembro de 2008. .... 20
- FIGURA 10 – Número de ninhos-armadilha utilizados nos diferentes diâmetros pela (A) comunidade de vespas e abelhas e (B,C,D,E,F, G e H) pelas espécies com maior abundância de ninhos provisionados no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr.. .... 21

## LISTA DE TABELAS

TABELA I – COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE VESPAS E ABELHAS QUE NIDIFICARAM EM NINHOS- ARMADILHA NO PARQUE REGIONAL DO IGUAÇU, CURITIBA – PR., ENTRE OUTUBRO DE 2007 E SETEMBRO DE 2008. .... 9

TABELA II – COMPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES ASSOCIADAS À COMUNIDADE DE VESPAS E ABELHAS QUE NIDIFICARAM NO PARQUE REGIONAL DO IGUAÇU, CURITIBA – PR..... 10

TABELA III. FATORES RESPONSÁVEIS PELA MORTALIDADE DAS ESPÉCIES DE VESPAS E ABELHAS COLETADAS NO PARQUE REGIONAL DO IGUAÇU, CURITIBA – PR. DE OUTUBRO DE 2007 A SETEMBRO DE 2008. .... 10

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	4
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	4
2.1.1 Descrição fitofisionômica do remanescente estudado.....	5
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	6
2.3 COLETA E MANUTENÇÃO DOS NINHOS .....	7
2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	8
<b>3. RESULTADOS</b> .....	8
3.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DAS ESPÉCIES .....	8
3.2 OCUPAÇÃO ESPACIAL DOS NINHOS-ARMADILHA .....	11
3.3 PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DA COMUNIDADE .....	14
3.3.1 Distribuição sazonal das espécies .....	17
3.4 OCUPAÇÃO DOS NINHOS-ARMADILHA .....	18
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	22
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	27
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	28

## 1. INTRODUÇÃO

A ação antrópica no ambiente natural tem, entre vários outros efeitos, reduzido a cobertura vegetal, produzindo uma paisagem urbana caracterizada por um mosaico de ambientes fragmentados. O estudo do tipo e magnitude dos efeitos deste tipo de paisagem nas comunidades animais e vegetais tem sido feito sob vários pontos de vista como a estruturação de comunidades (Leibold *et al.*, 1996), a genética de populações fragmentadas (Kankare *et al.*, 2005), mecanismos de conservação da diversidade (Frankham *et al.*, 2004) e o estudo populacional de respostas à ação antrópica (Baguette, 2004).

Os dois principais efeitos da fragmentação podem ser considerados a redução do tamanho do fragmento e o isolamento do fragmento (Bruna, 2004). Com relação à redução do tamanho, a idéia básica é de que este efeito tem relação direta com a dinâmica das populações e com o risco de extinção estocástica (estocasticidade demográfica) implicando que áreas menores suportem populações menores que podem, então, ter o risco de extinção local aumentado (Bolger *et al.*, 2000). Já o isolamento tem como efeito geral a diminuição da dispersão entre fragmentos, levando em seu extremo a uma colonização próxima a zero (Brown, 1971). No ambiente urbano os fragmentos estão inseridos em matrizes que podem ser consideradas como pouco favoráveis à dispersão, dadas a distância entre eles e, devido à grande sinantropia dos grupos (McIntyre, 2000).

Um efeito secundário resultante do isolamento do fragmento é o efeito de borda que consiste em uma região de transição entre as flutuações climáticas da matriz e a estabilidade climática do fragmento. No geral, três grandes tipos de efeito de borda podem ser definidos (Norton, 2002): efeitos abióticos, efeitos biológicos diretos e efeitos biológicos indiretos. Os efeitos de borda abióticos consistem na mudança de variáveis abióticas na zona de transição e incluem o aumento do nível de luminosidade, velocidade do vento, temperatura (Didham *et al.*, 1996, Norton, 2002). Como uma resposta biológica direta a estes efeitos, as populações tendem a flutuar mais na borda e/ou mesmo alterar a composição geral. No geral, para comunidades de invertebrados não existe consistência nos resultados dos estudos do efeito de borda, existindo tanto espécies que aumentam sua abundância quanto grupos que diminuem a abundância na borda (Margules *et al.*, 1994). Já os efeitos

biológicos indiretos correspondem às mudanças nas estruturas tróficas relativas à entrada de espécies exóticas e aos efeitos bióticos diretos (Norton, 2002).

De uma maneira geral, a resposta dos artrópodos ao efeito da fragmentação em uma matriz urbana é pouco conhecida (Didham *et al.*, 1998, McIntyre, 2000). Eles são considerados excelentes candidatos para o estudo do impacto da formação dos ecossistemas urbanos por inúmeras razões: Além de possuírem uma variedade de funções no ecossistema como ciclagem e redistribuição de nutrientes e polinização, como seus ciclos de vida são em geral curtos, quando comparado a outros grupos, suas respostas aos efeitos antrópicos tendem a ser mais rápidas. Além destas características, a urbanização é considerada uma das maiores causas do declínio e extinção local de alguns grupos uma vez que o ambiente urbano consiste em um mosaico de áreas residenciais, industriais e de preservação (McIntyre *et al.*, 2000).

Neste contexto, as áreas de preservação estão sob forte e constante impacto antrópico, sendo o efeito mais direto o isolamento do fragmento em uma matriz completamente urbana. No geral, os efeitos ecológicos sobre esses fragmentos são muito complexos e afetam profundamente as populações de animais e plantas devido às suas estreitas relações. O isolamento destes habitats causa modificações físicas diferentes daquelas encontradas na matriz de origem, causando assim alterações diretas nas relações de predação, parasitismo, distribuição de recursos e competição entre as espécies (Bolger *et al.*, 2000; Morato & Campos, 2000). Devido às estreitas relações com as comunidades vegetais e o alto grau de sensibilidade a influências antrópicas os Hymenoptera são, entre os artrópodos, uma das ordens com grande importância (Didham *et al.*, 1996; Morato & Campos, 2000).

Dentre os Hymenoptera, as vespas aculeadas são extremamente diversificadas em morfologia e comportamento. Atualmente, há 26.000 espécies descritas em todo o mundo, sendo 90% solitárias (Loyola & Martins, 2006). Alguns grupos de vespas solitárias apresentam o hábito de construir seus ninhos em cavidades pré-existentes que encontram no ambiente. Vários gêneros de Vespidae (Eumeninae), Pompilidae, Sphecidae e Crabronidae possuem espécies que constroem seus ninhos no interior de caules de ramos de plantas ou em orifícios feitos por besouros xilófagos (Morato & Campos, 2000). As fêmeas destas espécies constroem células, freqüentemente com barro ou materiais vegetais tais como



folhas, pétalas ou resina onde provisionam alimento destinado ao desenvolvimento de sua prole (Camillo *et al.*, 1995; Budrienè *et al.*, 2004).

Entre as abelhas a estimativa é de que existam cerca de 20.000 espécies vivendo em diferentes regiões do mundo sendo que aproximadamente 85% das espécies descritas são solitárias (Michener, 2000). Assim como as vespas, as abelhas possuem uma variedade de hábitos de nidificação. Algumas espécies fazem seus ninhos no solo enquanto outras como as da subfamília Megachilinae, constroem seus ninhos em caules de plantas e em cavidades pré-existentes de troncos de árvores vivas ou mortas. No geral, abelhas solitárias alimentam sua prole com pólen e néctar construindo seus ninhos com folhas, óleos, resinas e outros materiais provenientes de plantas (Loyola & Martins, 2006).

Tanto as vespas quanto as abelhas são componentes essenciais para a diversidade de sistemas terrestres tropicais. As vespas exercem um importante papel como predadoras e principalmente como parasitóides (Loyola & Martins, 2006) de várias outras espécies de insetos, como por exemplo, das ordens Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Lepidoptera e Hemiptera. Estas relações variam muito havendo desde espécies generalistas até aquelas com elevada especificidade (Lassau & Hochuli, 2005). As Abelhas são provavelmente, dentre os invertebrados, o grupo mais importante de polinizadores em número e em diversidade de plantas polinizadas (Loyola & Martins, 2006). Algumas espécies de plantas dependem exclusivamente das abelhas para sua reprodução, pois esses insetos são importantes promotores da polinização cruzada. Além disso, vespas e abelhas são predadas e parasitadas por uma grande variedade de organismos (Morato & Campos, 2000).

Considerando que os parques urbanos sofrem grandes pressões antrópicas e que os Hymenoptera tendem a responder a estas perturbações este trabalho teve como objetivo geral determinar a estrutura da comunidade de vespas e abelhas solitárias que nidificam em cavidades pré-existentes de um fragmento de floresta Ombrófila Mista. Especificamente procurou-se determinar: a) A composição da comunidade; b) se a comunidade se estrutura espacialmente entre a borda e o interior do fragmento; c) se existe e qual a magnitude da variação sazonal na estruturação da comunidade e d) se as espécies componentes exibem preferência por diâmetro de orifícios.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido em uma área de mata preservada no Parque Regional do Iguaçu, pertencente ao município de Curitiba que se situa na porção centro-sul do primeiro planalto do Estado do Paraná, na porção oriental do Estado (FIGURA 1), estendendo-se de norte a sul, em forma de arco, com uma largura de 70 a 80 km, limitando-se a leste pela Serra do Mar e a oeste pela escarpa devoniana, nas coordenadas 25° 25'04"Latitude Sul e 49° 14'30" Longitude Oeste, e a uma altitude de 945 m (MAACK, 1981).

Conforme a classificação climática de Köppen, o município de Curitiba é uma região de clima subtropical úmido, sem estação seca, com verões suaves e invernos relativamente frios. A temperatura média anual é de 16,5°C, com amplitude térmica anual de aproximadamente 7°C, sendo 13,1°C a temperatura média no mês mais frio (julho) e 20,5°C no mês mais quente (fevereiro).

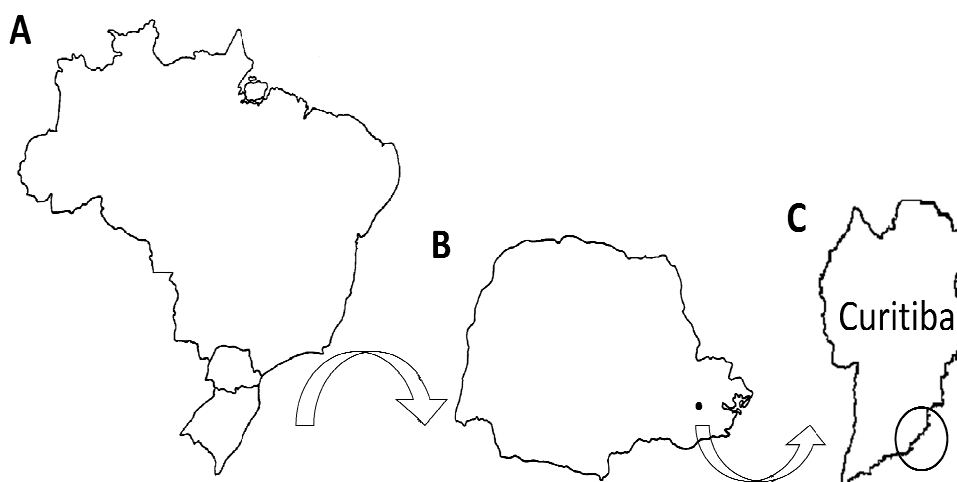


Figura 1. Localização da área onde foram efetuadas as coletas, em área de remanescente florestal, Curitiba, Paraná. (A) Brasil, (B) Estado do Paraná, (C) Localização do Parque Regional do Iguaçu no Município de Curitiba.

### 2.1.1 Descrição fitofisionômica do remanescente estudado

Segundo Tissot, (2002) a área estudada é um remanescente de floresta ombrófila mista (floresta com *Araucaria*) com três estratos bem definidos, em solo de umidade moderada e pouca declividade. O dossel, com indivíduos entre 16 e 22 m de altura, apresenta cobertura densa (entre 50 e 60%), com árvores com grande amplitude diamétrica. A araucária (*Araucaria angustifolia* – *Araucariaceae*), que normalmente aparece como espécie emergente, neste caso foi importante componente do dossel, não superando 22 m de altura.

Além das araucárias se encontram diversas espécies de *Myrtaceae* (guamirins, cambuís) e *Lauraceae* (canelas), sendo estas duas famílias as mais representativas fisionomicamente na área. Sobre os indivíduos de maior porte deste estrato as epífitas vasculares (orquídeas - *Orchidaceae*, anturiuns - *Araceae*, samambaias - *Pteridophyta* e gravatás - *Bromeliaceae*) são freqüentes e abundantes, ocorrendo em praticamente todas as árvores.

O estrato intermediário ou sub-bosque é menos denso que o dossel, alcançando cobertura de até 40%, e altura entre 5 e 10m. Além de indivíduos jovens das espécies do dossel, conta ainda com espécies típicas do sub-bosque da floresta ombrófila mista, como a guassatunga (*Casearia sylvestris* – *Flacouritaceae*), a erva-mate (*Ilex paraguariense* – *Aquifoliaceae*), a falsa-espineira-santa (*Sorocea bonplandii* – *Moraceae*) e diversas outras.

O estrato arbustivo-herbáceo é muito denso, com cobertura próxima de 95% e altura entre 0,5-2,0 m. Além de diversas espécies de samambaias (*Pteridophyta*), também são comuns grupamentos de caetê (*Marantaceae*) e inúmeras espécies de gramíneas (*Poaceae*).

Em uma das vertentes do remanescente florestal há uma área não muito extensa (cerca de 2000 m<sup>2</sup>) de vegetação secundária em estágio intermediário de desenvolvimento, popularmente conhecida como “capoeira”. Tal formação caracteriza-se pela ocorrência de ervas e arbustos pertencentes a espécies pouco seletivas quanto às condições ambientais. O estrato arbustivo, com cobertura de 20-30%, formado por grupamentos de vassourinha (*Baccharis dracunculifolia* – *Astearaceae*), alcançava até 2,5 m de altura. O estrato herbáceo, com cobertura

variando entre 80-90% e altura de até 1,7m era composto por diversas espécies pioneiras, representadas principalmente pelas famílias Asteraceae e Poaceae.

Nas proximidades do remanescente ocorre o cultivo de espécies frutíferas, como maçã e pêsego (Rosaceae), caqui (Ebenaceae) e mixirica (Rutaceae). Ainda no local se encontra um viveiro de plantas e área de confinamento de aves e mamíferos domésticos de pequeno porte.

## 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para amostragem dos insetos foram utilizados ninhos-armadilha de madeira com dimensões de 25 X 20 X 120 mm. Nessas peças foram feitos orifícios de 0,5; 0,7; 1,0 e 1,3 cm de diâmetro e 8,0 cm de comprimento interno. Elas foram serradas ao longo de seu comprimento, separando-se em duas metades, o que possibilitou a observação no seu interior, sendo mantidas unidas por fita adesiva.

Os ninhos-armadilha foram fixados a 1,5 m de altura, em estacas de madeira e instalados linearmente a partir de 4m da borda em duas transecções (T1 e T2) paralelas (consideradas réplicas) com 214 m de comprimento cada uma, distantes 40 m uma da outra, com 16 unidades amostrais em cada transecção dispostas aos pares (nomeadas sequencialmente P 1 a P16). As unidades amostrais de cada par ficaram separadas 15 m uma da outra, enquanto os pares ficaram distantes 30 m um do outro (FIGURA 2).

As unidades amostrais consistiram de um bloco composto por 16 ninhos-armadilha, sendo quatro de cada diâmetro distribuídos aleatoriamente. Desta forma, cada transecção continha 256 ninhos, totalizando 512 ninhos.

A temperatura e a umidade relativa do local em que as unidades amostrais se encontravam foram quantificadas através da utilização de um aparelho Termohigrômetro com máxima e mínima que permaneceu em cada ponto por um período de 3 minutos.

## 2.3 COLETA E MANUTENÇÃO DOS NINHOS

Os ninhos-armadilha foram inspecionados duas vezes por mês, durante o período de setembro de 2007 a outubro de 2008. Os ninhos-armadilha ocupados eram substituídos por um ninho vazio do mesmo diâmetro para manter a oferta de cavidades para nidificação das vespas. As peças ocupadas foram levadas ao laboratório, onde os ninhos-armadilha foram abertos, separadas suas metades, e, em seguida descritos e fotografados. Após a descrição, os ninhos-armadilha foram colocados em garrafas plásticas de 500 ml tampadas com algodão. Os insetos adultos que emergiram foram identificados e depositados na coleção entomológica da Universidade Federal do Paraná. Ninhos, dos quais não ocorreram emergências, foram identificados, com base em suas características, por comparação com ninhos-armadilha semelhantes.



Figura 2. Esquema representando a área de estudo localizada no Parque Regional do Iguaçu no Município de Curitiba – Pr., e as transecções com os 32 pontos de amostragem.

## 2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para verificar a variação espacial na ocupação dos ninhos-armadilha foi feita uma regressão linear simples entre riqueza contra a distância da borda e outra entre a abundância contra a distância da borda.

A análise da variação sazonal foi feita através de uma Análise de Variância (ANOVA) para a riqueza das espécies de vespas e abelhas e o teste de Kruskal-Wallis para a abundância de ninhos-armadilha coletados, considerando a estação, temperatura e umidade como fator fixo e a abundância dos ninhos-armadilha e a riqueza das espécies como variável resposta. A posteriori o Teste de Tukey foi utilizado para determinar os possíveis grupos que mostram distribuição sazonal no caso de uma análise significativa. Antes das análises os dados referentes ao número de ninhos-armadilha foram transformados em  $\log(x + 1)$  e a riqueza em  $\sqrt{x + 0,5}$ .

O Teste Qui-Quadrado foi utilizado para verificar se entre as espécies mais abundantes houve diferença, quanto à preferência por diâmetro de ninhos-armadilha utilizados, daquele padrão esperado para a comunidade de vespas e abelhas como um todo.

Todas as análises estatísticas seguiram o proposto em Zar (1994) quanto às premissas dos testes paramétricos. O software utilizado nas análises foi o STATISTICA 7.0 (Statsoft 2004).

## 3. RESULTADOS

### 3.1 ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DAS ESPÉCIES

Foram coletados 351 ninhos-armadilha durante o período de estudo, sendo que em 200 ninhos-armadilha houve emergência de 14 espécies. A comunidade que nidificou nos ninhos-armadilha foi composta por oito espécies de vespas e cinco espécies de abelhas (Tabela I), que pertencem, respectivamente, as famílias

Pompilidae, Crabronidae, Sphecidae, Vespidae e Apidae (Megachilinae), para as abelhas.

Emergiu dos ninhos-armadilha um total de 496 indivíduos (variando entre um e nove por ninho), sendo que as espécies mais abundantes em relação ao número de ninhos fundados foram *Auplopus* sp<sub>1</sub>, *Trypoxylon* sp, *Zethus plaumanni*, *Zethus pilosus*, *Ancistrocerus flavomarginatus* e *Pisoxyton* sp (Tabela I).

Associados a comunidade de vespas e abelhas que nidificaram emergiram outras 11 espécies (Tabela II) que correspondem a grupos de parasitas, parasitóides e cleptoparasitas, das famílias Chrysididae (três espécies), Ichneumonidae e Phoridae (duas espécies), Apidae (Megachilinae), Eulophidae e Mutillidae (uma espécie) e uma espécie que não pode ser determinada, pois, não houve a emergência de adultos. A princípio, pela análise dos pupários dentro dos ninhos, esta espécie não identificada pertence à família Tachinidae.

TABELA I – COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE VESPAS E ABELHAS QUE NIDIFICARAM EM NINHOS- ARMADILHA NO PARQUE REGIONAL DO IGUAÇU, CURITIBA – PR., ENTRE OUTUBRO DE 2007 E SETEMBRO DE 2008.

Família/Espécie	N. ninhos	Indivíduos emergidos
<b>Pompilidae</b>		
<i>Auplopus</i> sp <sub>1</sub>	69	164
<i>Auplopus</i> sp <sub>2</sub>	9	18
<b>Sphecidae</b>		
<i>Podium</i> sp	3	5
<b>Crabronidae</b>		
<i>Trypoxylon</i> sp	36	94
<i>Pisoxyton</i> sp	15	30
<b>Vespidae (Eumeninae)</b>		
<i>Ancistrocerus flavomarginatus</i> Brèthes, 1906.	16	60
<i>Hypodinerus</i> sp	1	4
<i>Zethus pilosus</i> Zavattari, 1912.	19	38
<i>Zethus plaumanni</i> Bohart and Stange, 1965.	25	50
<b>Apidae (Megachilinae)</b>		
<i>Megachile (Austromegachile) trigonaspis</i> Schrottky, 1913.	4	17
<i>Megachile (Austromegachile) aff. fascialis</i> Vachal, 1909.	1	3
<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853.	1	5
<i>Megachile (Moureapis) aff. benigna</i> Mitchell, 1930.	1	4
<i>Megachile (Austromegachile) aff. susurrans</i> Haliday, 1836.	1	4
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>496</b>

Em setenta ninhos-armadilha não houve a emergência de vespas ou abelhas, sendo que, em 61 deles, as causas da inviabilidade dos ninhos variaram desde a infestação por fungos até mortalidade nas fases iniciais do desenvolvimento, ovo ou larva (TABELA III). Em nove ninhos não houve emergência dos adultos porque a fêmea fechou o ninho sem tê-lo provisionado deixando-o, portanto, vazio.

TABELA II – COMPOSIÇÃO DAS ESPÉCIES ASSOCIADAS À COMUNIDADE DE VESPAS E ABELHAS QUE NIDIFICARAM NO PARQUE REGIONAL DO IGUAÇU, CURITIBA – PR.

<b>Família/Espécie</b>	<b>N. de ninhos atacados</b>
<b>Chrysididae</b>	
<i>Caenochrysis</i> sp	7
<i>Chrysis</i> sp	11
<i>Ipsiura lilloi</i>	8
<b>Ichneumonidae</b>	
<i>Goryphina</i> sp	4
<i>Photocryptus</i> sp	5
<b>Mutillidae</b>	
<i>Xystromutilla asperiventris</i>	1
<b>Eulophidae</b>	
<i>Melittobia</i> sp	4
<b>Apidae (Megachilinae)</b>	
<i>Coelioxys (Rhinocoelioxys) zapoteca</i>	1
<b>Tachinidae</b>	
Espécie não identificada	23
<b>Phoridae</b>	
<i>Megaselia</i> sp	2
<i>Melaloncha</i> sp	12
<b>Total</b>	<b>78</b>

TABELA III. FATORES RESPONSÁVEIS PELA MORTALIDADE DAS ESPÉCIES DE VESPAS E ABELHAS COLETADAS NO PARQUE REGIONAL DO IGUAÇU, CURITIBA – PR. DE OUTUBRO DE 2007 A SETEMBRO DE 2008.

<b>Família/Gênero</b>	<b>Fungo</b>	<b>Parasitado</b>	<b>Abandonado</b>	<b>Morte larva/ovo</b>	<b>Total</b>
<b>Pompilidae</b>					
<i>Auplopus</i>	4	6	6	3	19
<b>Crabronidae</b>					
<i>Trypoxylon</i>	0	1	0	0	1
<i>Pisoxylon</i>	0	19	0	6	25
<b>Vespidae (Eumeninae)</b>					
<i>Ancistrocerus</i>	0	1	0	1	2
<i>Zethus</i>	3	10	0	1	14
<b>Apidae (Megachilinae)</b>					
<i>Megachile</i>	0	1	0	0	0
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>38</b>	<b>6</b>	<b>11</b>	<b>61</b>



Do total de ninhos coletados, em 81 não houve emergência até o início das análises dos dados, sendo, portanto, contabilizados apenas no total de ninhos coletados.

### 3.2 OCUPAÇÃO ESPACIAL DOS NINHOS-ARMADILHA

Levando em consideração a distância em que os pontos amostrais se encontravam em relação a borda do fragmento, *Auplopus* sp<sub>1</sub> ocupou preferencialmente os primeiros 94 metros da transecção T1 com maior número de ninhos a 64 m ( $r = -0,60$ ,  $n= 7$ ) e *Auplopus* sp<sub>2</sub> ocorreu apenas a 154 m. Na transecção T2 *Auplopus* sp<sub>1</sub> nidificou entre 4 e 184 m com maior número de ninhos nos extremos ( $r = 0,30$ ,  $n=7$ ) e *Auplopus* sp<sub>2</sub> ocorreu apenas a 94 e 154 m do início do fragmento (FIGURA 3A e 3B). Considerando-se as duas transecções *Auplopus* sp<sub>1</sub> demonstrou uma tendência de diminuir a ocupação dos ninhos-armadilha a medida que se aproxima do centro do fragmento ( $r = - 0,20$ ,  $n= 14$ ).

*Ancistrocerus flavomarginatus* em T1 ocupou os primeiros 34 metros enquanto que *Z. plaumanni* nidificou entre 34 e 184 m da borda tendo maior representatividade de ninhos entre 154 e 184 m ( $r = 0,35$ ). *Zethus pilosus* ocorreu entre 4 e 64 m e a 154 e 214 m da borda ( $r = -0,10$ ). *Hypodinerus* sp não nidificou em ninhos localizados nesta transecção. Os pontos com maior ocorrência de ninhos foram aqueles localizados a 34 e a 214 m (FIGURA 4A). Na transecção T2 *A. flavomarginatus* ocorreu nos ninhos localizados a 4 e 64m e a 184 m. *Zethus pilosus* ocupou os primeiros 34 m e os ninhos situados a 184 m ( $r = - 0,07$ ). *Zethus plaumanni* nidificou apenas a 34, 154 e a 184 m da borda ( $r = 0,14$ ) e *Hypodinerus* sp construiu apenas um ninho a 4m da borda (FIGURA 4B).

No geral as duas espécies de *Zethus* comportam-se de maneira inversa. Enquanto *Z. pilosus* ocupou mais as porções anteriores do fragmento ( $r = -0,12$ ), *Z. plaumanni* ocupou as porções mais internas ( $r = 0,30$ ).

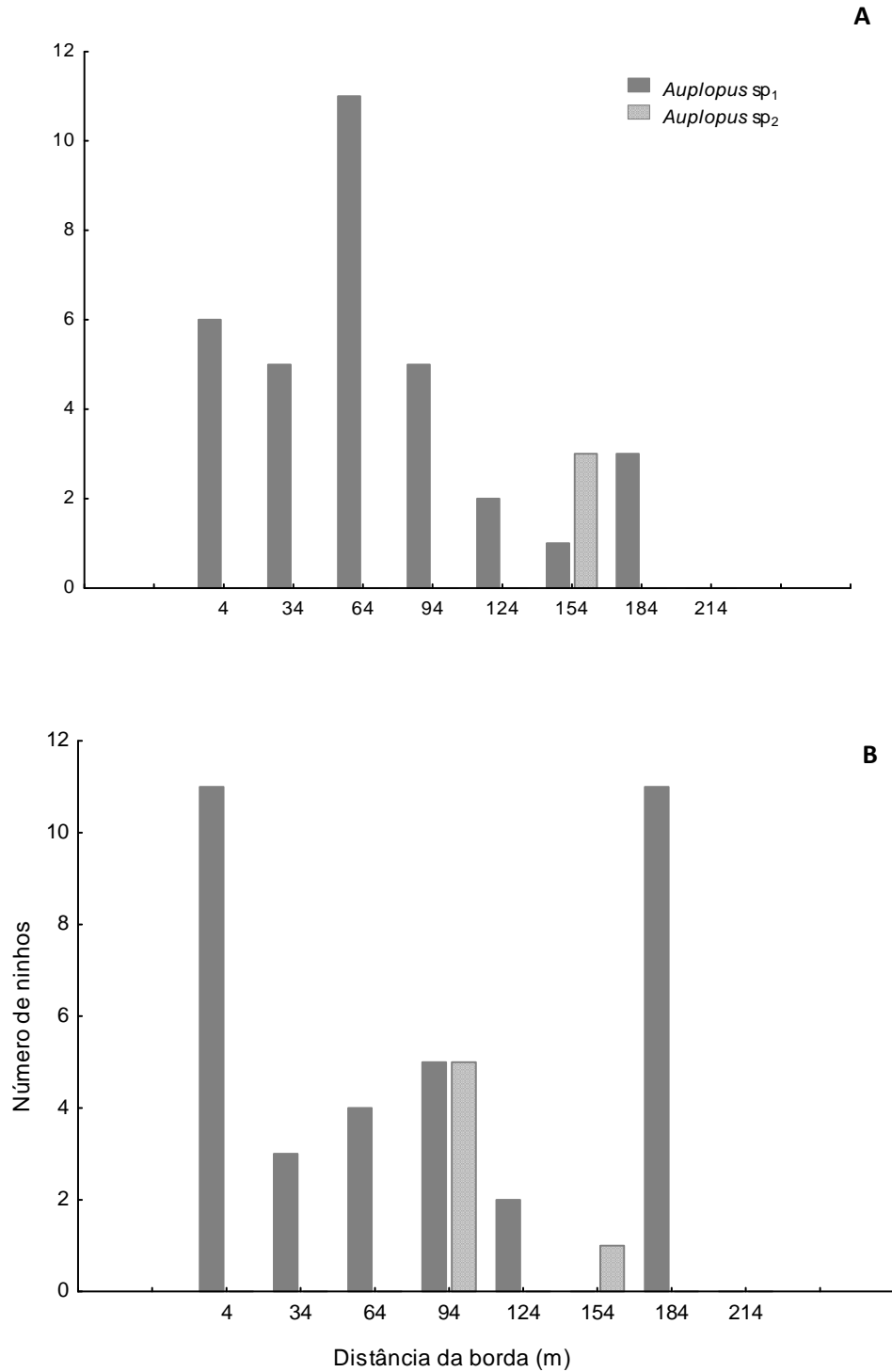


FIGURA 3 – Distribuição espacial em relação a borda das espécies de vespas da família Pompilidae que nidificaram nos ninhos-armadilha das transecções de (A)T1 e (B)T2 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr.

*Trypoxylon* sp nidificou entre 34 e 94 m na transecção T1 ( $r = -0,53$ ) e em T2 ocupou os ninhos localizados a 4, 94, 154 e 214 m ( $r = -0,34$ ). Em T1, *Pisoxylon* sp

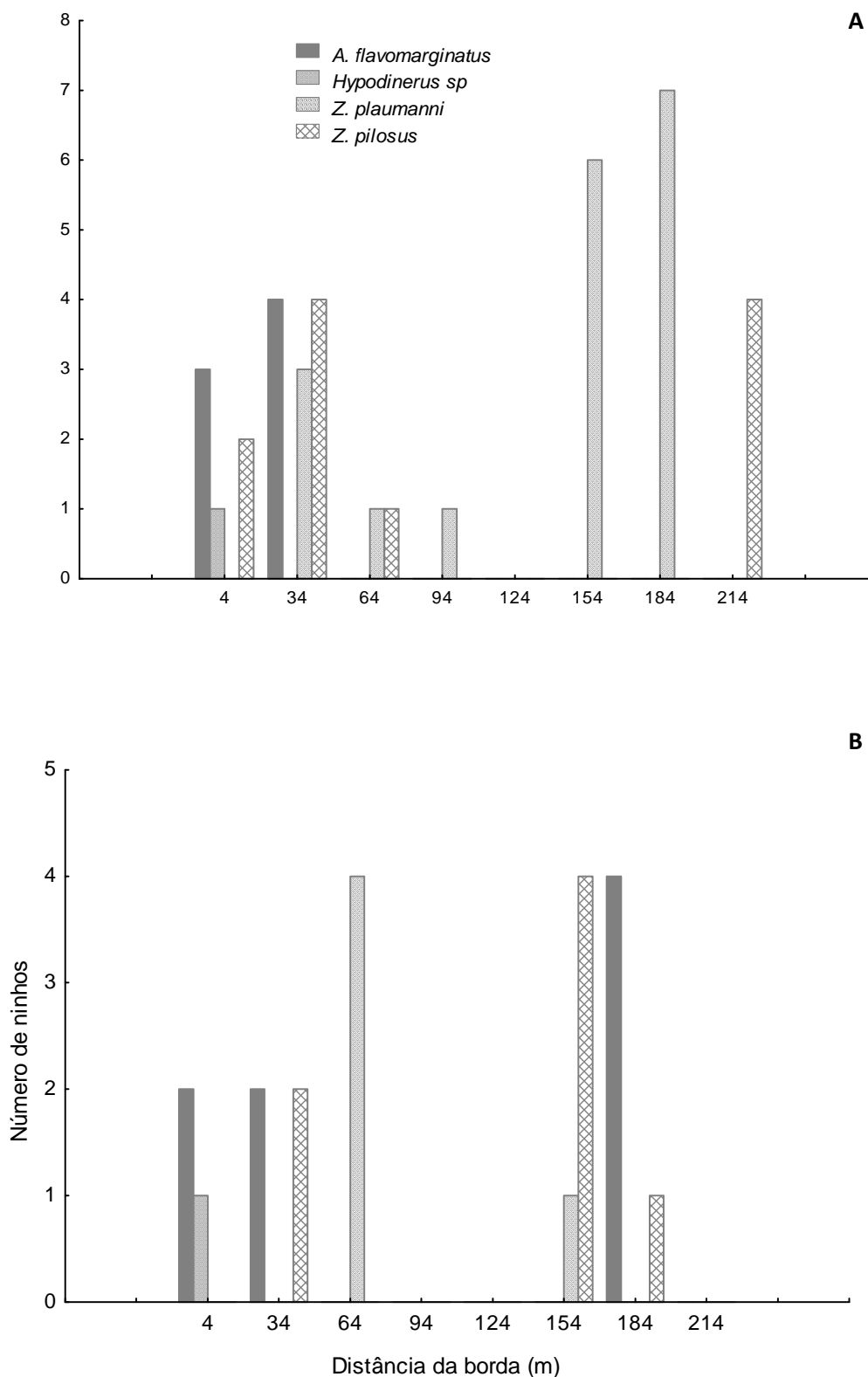


FIGURA 4 – Distribuição espacial em relação a borda das espécies de vespas da família Vespidae que nidificaram nos ninhos-armadilha das transecções de (A)T1 e (B)T2 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr.

ocupou os ninhos a 34 e a 124 m ( $r = -0,05$ ). Em T2, ocupou apenas um ninho a 124 m e três ninhos a 184 e 214 m ( $r = 0,79$ ) (FIGURA 5A e 5B). Os resultados indicam

uma ocupação nas porções anteriores da transeção, preferencialmente até 100 metros, para *Trypoxylon* sp ( $r = -0,44$ ) e das porções mais internas para *Pisoxylon* sp ( $r = 0,38$ ).

Em relação às abelhas, quatro das cinco espécies ocorreram apenas na transeção de T1 onde *Megachile (Austromegachile) aff. sussurans* e *M. (Moureapis) aff. benigna* ocorreram a 64 m, *M. (A.) aff. facialis* a 214 m e *M. (A.) trigonaspis* a 94 e 184 m da borda do fragmento de mata e *M. (M.) maculata* nidificou apenas em T2 a 4m do fragmento (FIGURA 6A e 6B).

*Podium* sp foi a única espécie representante da família Sphecidae e nidificou apenas em T1 próximo da borda a 4m e a 154 m com um único ninho armadilha construído.

De modo geral, a abundância dos ninhos-armadilha ocupados e a riqueza das espécies não se relacionaram com a distância em que os ninhos-armadilha se encontravam em relação à borda ( $p > 0,05$ ). Porém, se analisarmos os gráficos de distribuição de cada uma das espécies com relação à borda, podemos observar que o número de espécies que nidificaram próximo da borda e do centro do fragmento foi maior do que na região intermediária entre a borda e o centro.

### 3.3 PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DA COMUNIDADE

A ocupação dos ninhos-armadilha teve início no mês de outubro de 2007 estendendo-se até junho de 2008 sendo os meses de dezembro e janeiro os que apresentaram os maiores picos de atividade (FIGURA 7A). A maior parte dos ninhos-armadilha foram fundados nas estações da primavera (39,5%) e do verão (45,5%) (FIGURA 7B).

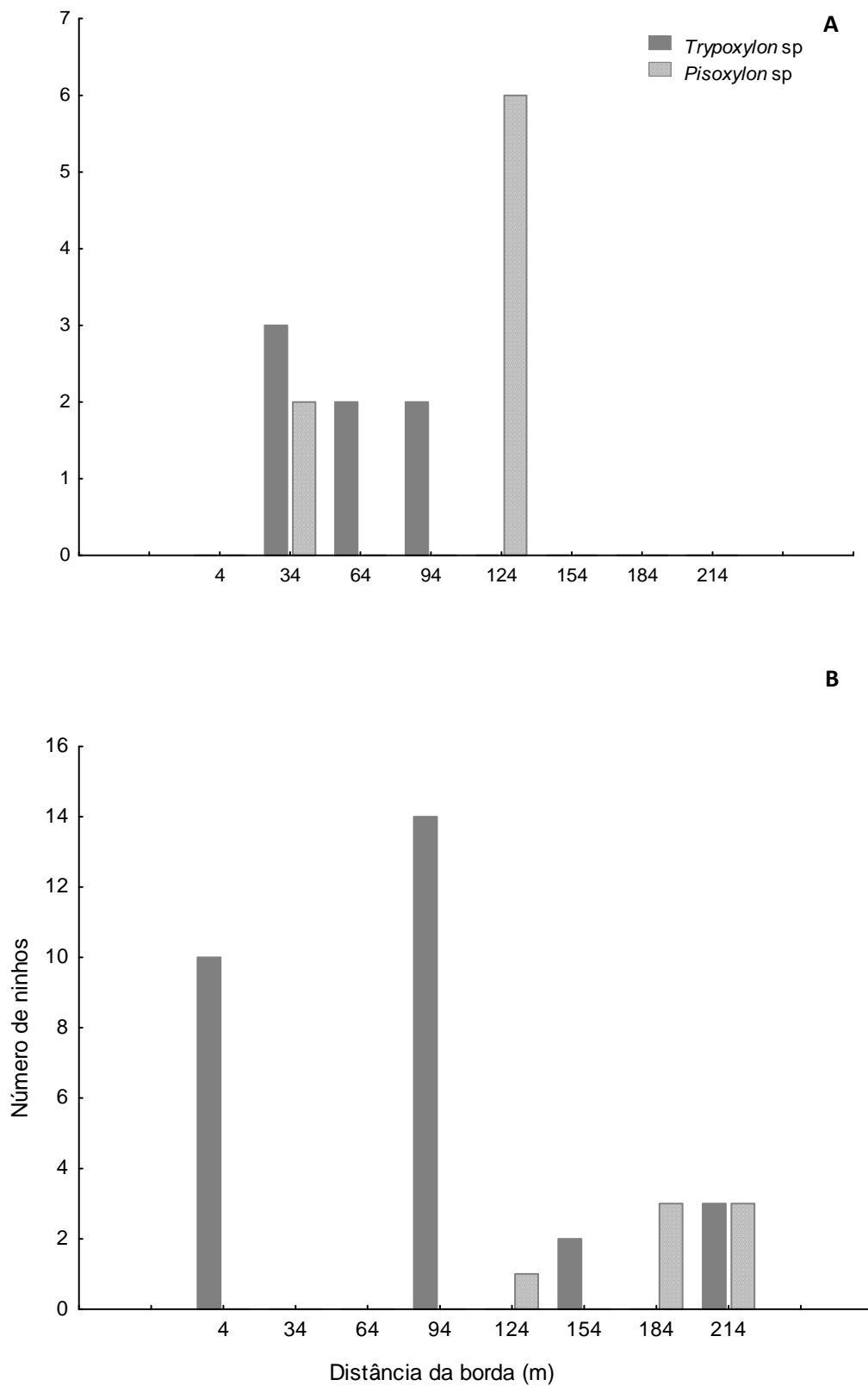


FIGURA 5 – Distribuição espacial em relação a borda das espécies de vespas da família Crabronidae que nidificaram nos ninhos-armadilha das transecções de (A)T1 e (B)T2 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr.

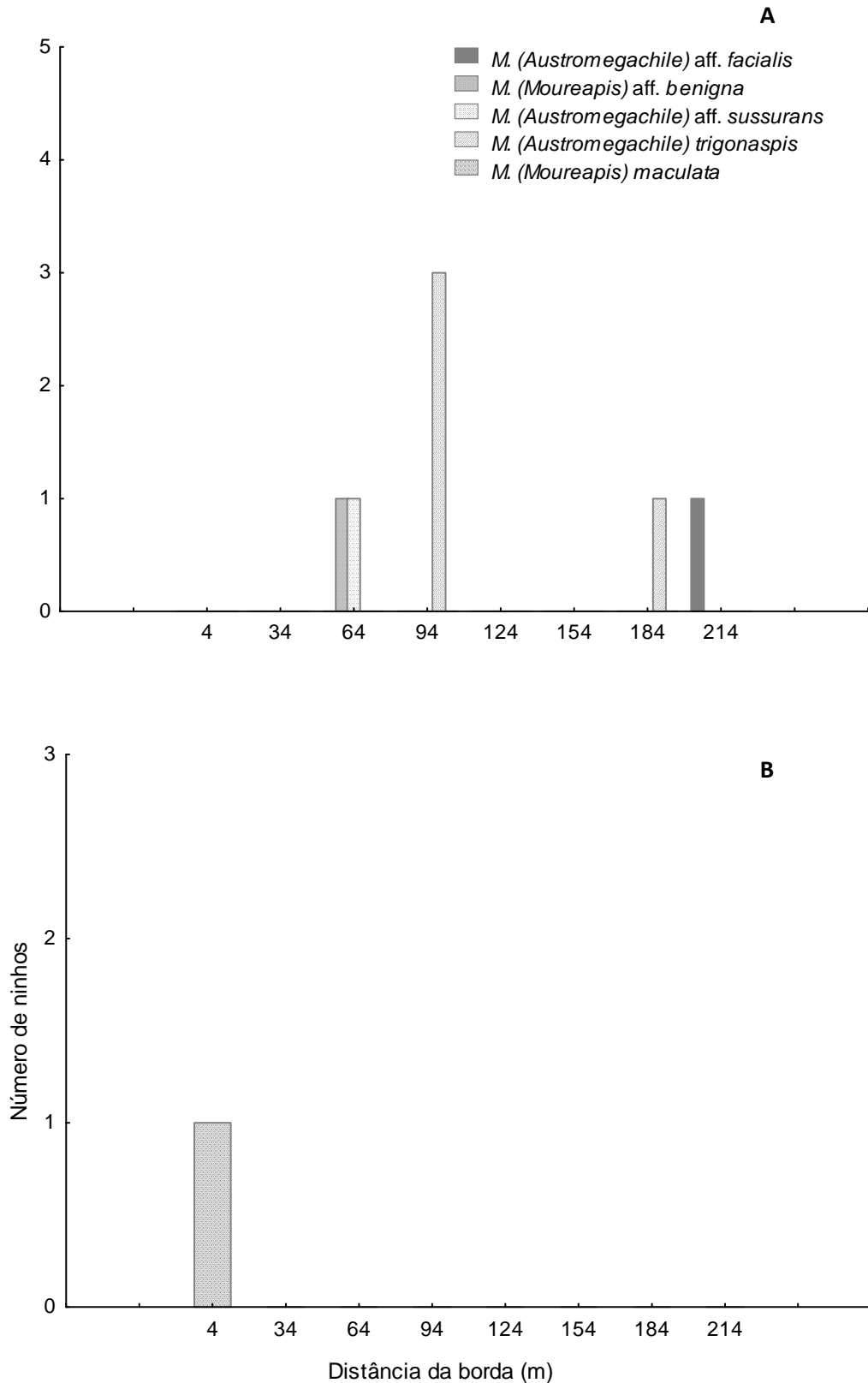


FIGURA 6 – Distribuição espacial em relação a borda das espécies de abelhas da subfamília Megachilinae que nidificaram nos ninhos-armadilha das transecções de (A)T1 e (B)T2 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr.

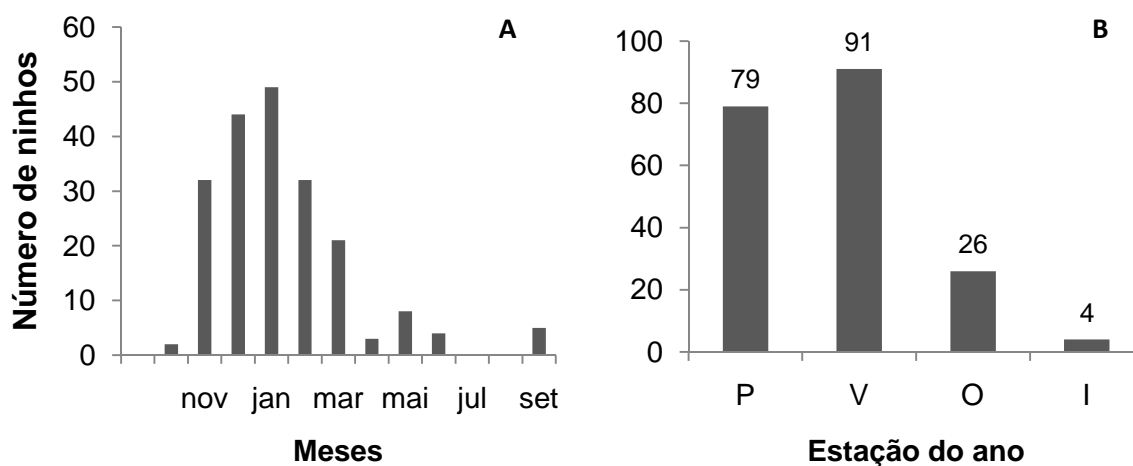


FIGURA 7 – Número de ninhos fundados (A) mensalmente e (B) entre as estações do ano no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr., durante o período de outubro de 2007 a setembro de 2008.

A abundância (KRUSKAL-WALLIS,  $H = 13,19258$ ;  $p < 0,05$ ;  $GL = 3$ ;  $N = 23$ ) de ninhos-armadilha e a riqueza (ANOVA,  $F = 5,58876$ ;  $p < 0,01$ ;  $R^2 = 0,468$ ) das espécies de vespas e abelhas apresentaram variações apenas entre as estações do verão e inverno (FIGURA 8A e 8B), sendo ambas influenciadas pela umidade relativa do ar ( $F = 5,047887$ ;  $p < 0,05$ ;  $GL = 1$ ;  $R^2 = 0,269$  e  $F = 4,754203$ ;  $p < 0,05$ ;  $GL = 1$ ;  $R^2 = 0,254$  respectivamente)(FIGURA 9A e 9B).

### 3.3.1 Distribuição sazonal das espécies

Na transecção de T1 *Zethus plaumanni* foi a única espécie que fundou ninhos nas quatro estações iniciando suas atividades no mês de novembro de 2007 estendendo-se até março e nidificando ainda em setembro de 2008. *Ancistrocerus flavomarginatus* nidificou na primavera, verão e no final do inverno; nos meses de novembro, janeiro, fevereiro e setembro de 2008. Nas estações da primavera verão e outono, *Auplopus sp<sub>1</sub>* nidificou de novembro a março e em maio e *Trypoxylon sp* entre dezembro e fevereiro e no mês de abril. *Zethus pilosus* nidificou na primavera, verão e fim do inverno entre os meses de novembro e janeiro e setembro de 2008. *Auplopus sp<sub>2</sub>* e *Podium sp* nidificaram apenas na primavera nos meses de novembro

e dezembro. *Pisoxylon* sp, *M. (A.) trigonaspis*, *M. (A.) aff. sussurans*, *M. (M.) aff. benigna* e *M. (A.) aff. facialis* apenas no verão.

Na transecção T2 *Auplopus* sp<sub>1</sub> nidificou em setembro, entre novembro e março e nos meses de maio e junho ocorrendo durante todas as estações. Durante a primavera, verão e outono *A. flavomarginatus* nidificou entre outubro e janeiro e nos meses de maio e junho; *Auplopus* sp<sub>2</sub> ocupou ninhos entre dezembro e janeiro e no mês de maio; *Pisoxylon* sp nidificou entre novembro e março e *T. sp* construiu seus ninhos entre dezembro e maio. *Zethus pilosus* nidificou nos meses de outubro, dezembro e janeiro e *Z. plaumanni* entre o período de novembro a março, ambas na estação da primavera e do verão. *Hypodinerus* sp nidificou no mês de novembro durante o verão.

Entre as espécies mais abundantes, *Auplopus* sp<sub>1</sub> (H = 10,32684; p < 0,01; GL = 3; N = 23) e *Z. plaumanni* (H = 10,96154; p < 0,05; GL = 3; N = 23) apresentaram variação quanto ao número de ninhos-armadilha ocupados entre as estações do verão e do inverno. *Trypoxylon* sp apresentou variação no número de ninhos entre a primavera e o verão (H = 14,71480; p < 0,05; GL = 3; N = 23) e entre as estações do verão e inverno (H = 14,71480; p < 0,01; GL = 3; N = 23).

### 3.4 OCUPAÇÃO DOS NINHOS-ARMADILHA

A comunidade de vespas e abelhas de maneira geral utilizou em maior número os ninhos-armadilha com diâmetros de 0,5 cm e 0,7 cm e em menor número os ninhos com diâmetros de 1,0 e 1,3 cm (FIGURA 11A).

Entre as espécies mais abundantes, *Auplopus* sp<sub>1</sub> utilizou preferencialmente os ninhos com 0,7 e 1,0 cm ( $\chi^2 = 5,524384$ ;  $\chi^2 = 5,714286$ , 1GL, p < 0,05 respectivamente)( FIGURA 11B). *Auplopus* sp<sub>2</sub> utilizou aqueles ninhos com 1,0 e 1,3 cm ( $\chi^2 = 41,48589$  ;  $\chi^2 = 455,5561$ , 1GL, p < 0,05 respectivamente)( FIGURA 11C). *Pisoxylon* sp ( $\chi^2 = 9,388889$ , 1GL, p < 0,05) (FIGURA 11D), *Trypoxylon* sp ( $\chi^2 = 20,68595$ , 1GL, p < 0,05)( FIGURA 11E) e *Z. plaumanni* ( $\chi^2 = 38,52469$ , 1GL, p < 0,05)( FIGURA 11F) provisionaram preferencialmente nos ninhos com 0,5 cm de diâmetro. *Ancistrocerus flavomarginatus* apesar de ter utilizado os ninhos-armadilha



com 1,3 cm de diâmetro em menor número, quando comparado com a comunidade de vespas e abelhas que nidificaram nos ninhos-armadilha, apresentou uma frequência maior na ocupação dos mesmos ( $\chi^2 = 20,68595$ , 1GL,  $p < 0,05$ ) ( FIGURA 11G).

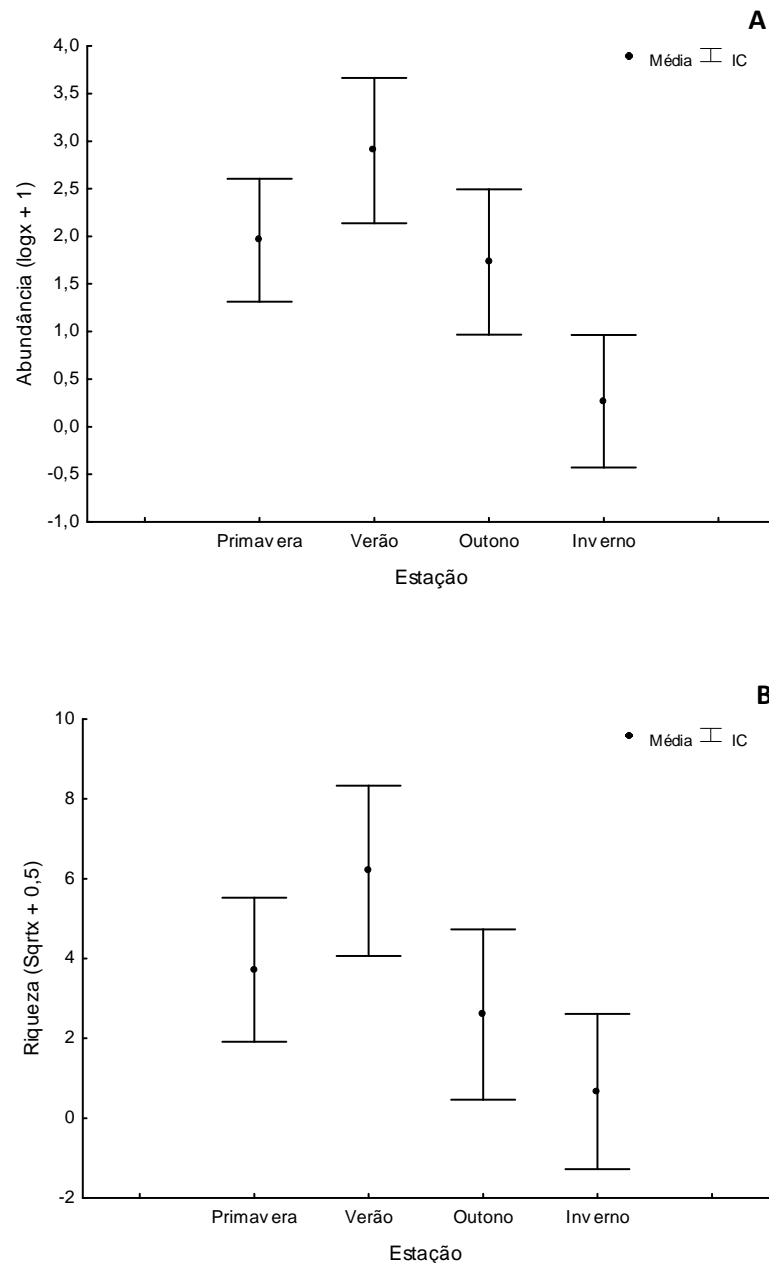


FIGURA 8 – (A) Abundância de ninhos e (B) riqueza de espécies da comunidade de vespas e abelhas solitárias coletas nos ninhos-armadilha durante as estações correspondentes ao período de outubro de 2007 a setembro de 2008 no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr.

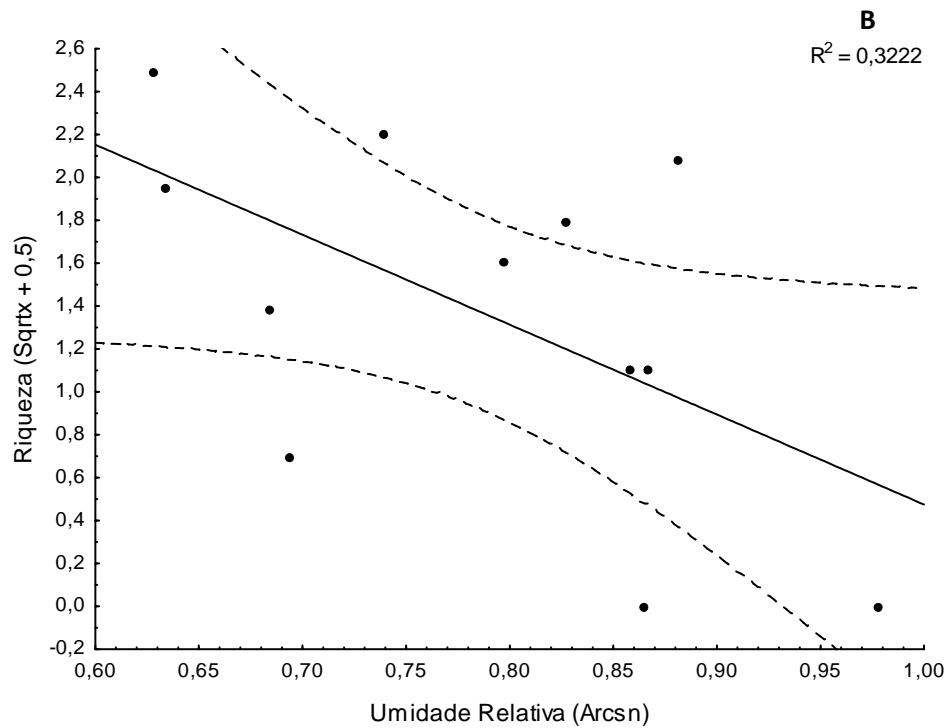
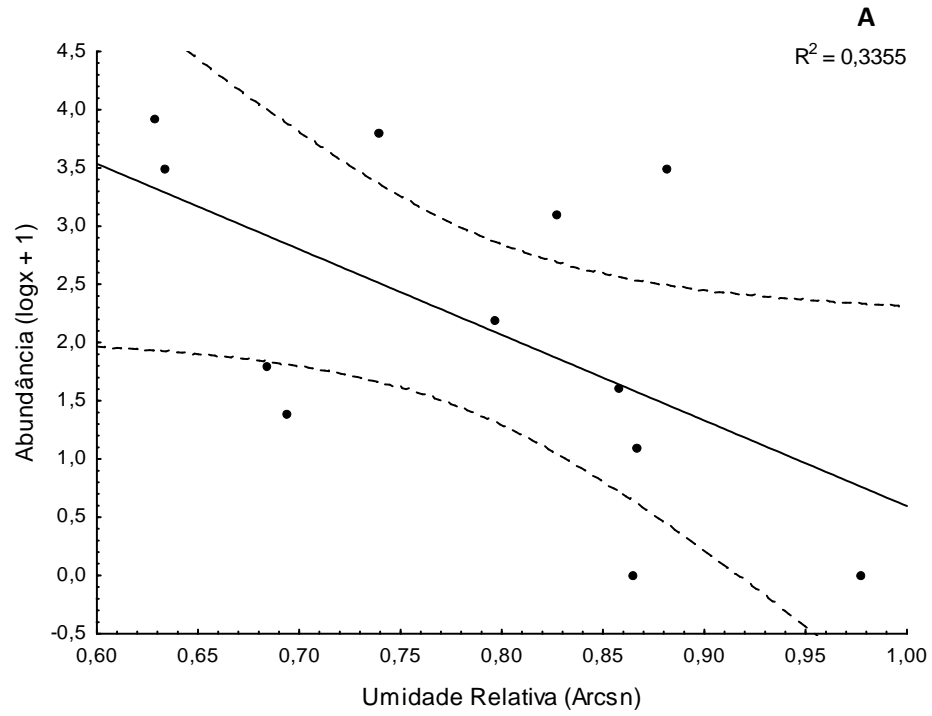


FIGURA 9 – Relação entre a (A) abundância de ninhos-armadilha ocupados a (B) riqueza das espécies e a umidade relativa (%) mensal do ar no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr., referente ao período de outubro de 2007 a setembro de 2008.

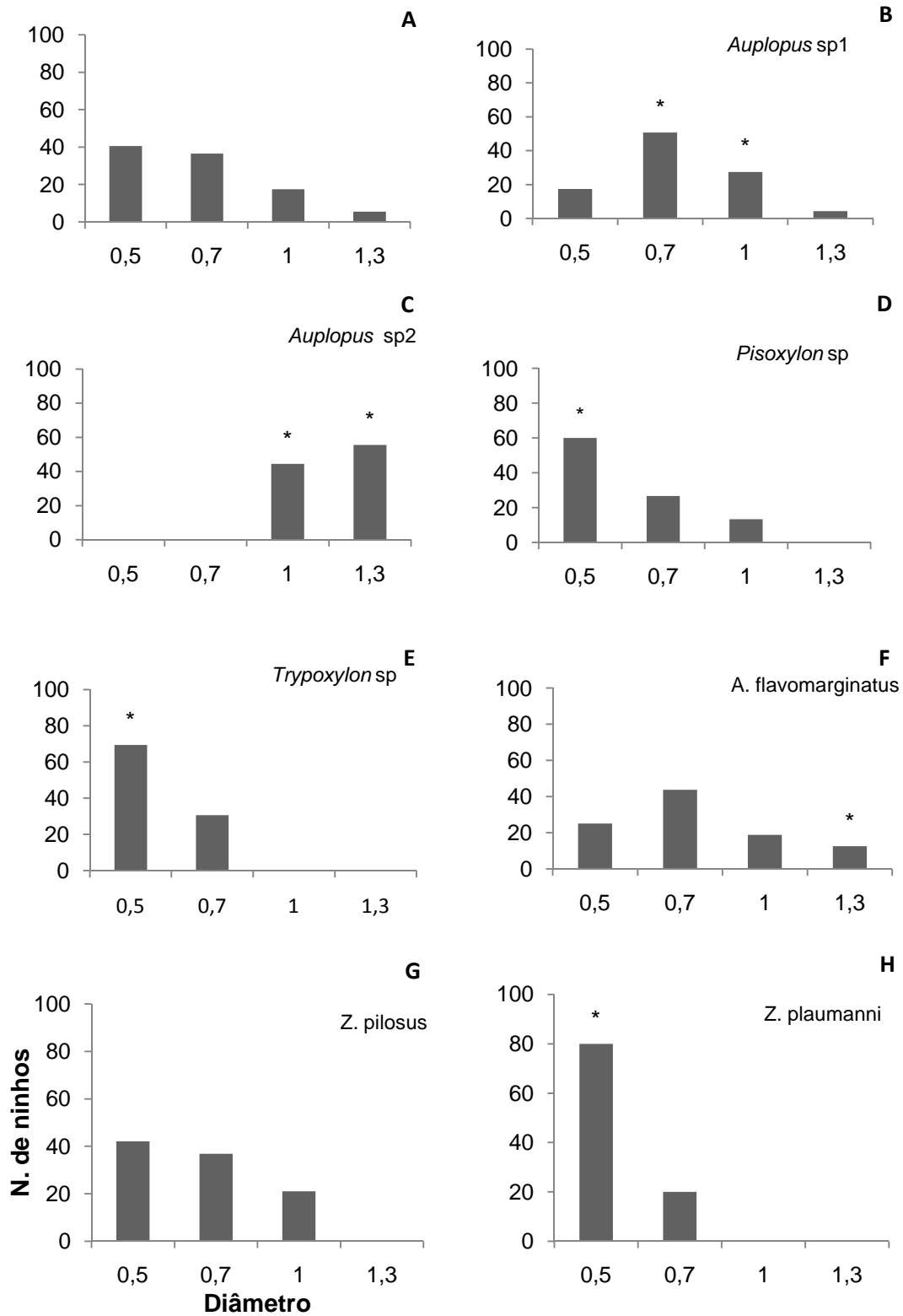


FIGURA 10 – Número de ninhos-armadilha utilizados nos diferentes diâmetros pela (A) comunidade de vespas e abelhas e (B,C,D,E,F, G e H) pelas espécies com maior abundância de ninhos provisionados no Parque Regional do Iguaçu, Curitiba – Pr.

#### 4. DISCUSSÃO

Alguns autores têm enfatizado a dificuldade de comparar dados entre estudos que abordam espécies de vespas e abelhas solitárias que nidificam em ninhos-armadilha (Buschini & Woiski, 2008) e a necessidade de um cuidado com a interpretação destes dados (Aguiar *et al.*, 2005). Pois, fatores como o material utilizado para confecção do ninho armadilha, diâmetros e número de ninhos disponibilizados (Aguiar *et al.*, 2005), altura em que os ninhos são instalados em relação ao solo (Morato, 2001) nível de exposição solar dos ninhos (Aguiar *et al.*, 2005), disponibilidade de cavidades pré-existentes no ambiente (Viana *et al.*, 2001) e tempo de coleta podem afetar os resultados (Aguiar *et al.*, 2005; Buschini & Woiski, 2008).

Levando em consideração estas diferenças metodológicas o número de espécies coletadas no presente estudo foi relativamente elevado quando comparado com outros trabalhos que, ao contrário deste, amostraram ambientes diferentes (Camillo *et al.*, 1995; Morato & Campos, 2000; Buschini & Woiski, 2008) e tiveram um esforço amostral maior. Camillo *et al.* (1995), durante um período de dois anos na região do estado de São Paulo, utilizou um total de 2372 ninhos-armadilha feitos com gomos de bambu e cartolina. Neste estudo, foi coletado um total de 32 espécies de abelhas e 20 espécies de vespas. Analisando cada uma das três áreas utilizadas pelo autor verificamos que a área denominada Secção Santana na qual foram instalados 1052 ninhos foram coletados 25 espécies de abelhas e 13 espécies de vespas. Nas áreas denominadas Secção Itaoca onde foram instalados 600 ninhos e na área de Cerrado onde foram instalados 700 ninhos. Na primeira, foram coletados 21 espécies de abelhas e 9 espécies de vespas e na outra área 14 espécies de abelhas e 9 espécies de vespas.

Aguiar *et al.* (2005), em um trabalho abordando abelhas que nidificam em ninhos-armadilha no estado da Bahia, utilizou ninhos feitos com bambu e com cartolina. Foram amostradas duas áreas de caatinga durante 27 meses, na qual foram instalados 740 ninhos e duas áreas de floresta semi-decídua durante 17 meses na qual foram instalados 582 ninhos. Nas primeiras áreas foram encontradas 7 espécies de abelhas enquanto que nas outras áreas foram coletadas 11 espécies. Morato & Campos (2001), na região da Amazônia Central, amostraram durante dois

anos cinco fragmentos de mata nativa e sete áreas de mata primária. Os fragmentos possuíam um total de 180 ninhos-armadilha feitos com madeira instalados a 1,5 m de altura enquanto que nas áreas de mata primária foram instalados no total 252 ninhos também a 1,5 m de altura. Nos fragmentos foram coletadas 5 espécies de abelhas e 9 espécies de vespas e na área de mata primária foram coletadas 5 espécies de abelhas e 8 espécies de vespas. Por outro lado, Buschini (2005), durante um período de dois anos, obteve quatro espécies de abelhas em Guarapuava, Paraná, amostrando duas áreas de floresta ombrófila mista com um total de 192 ninhos-armadilha instalados a 1,5 m de altura. Buschini & Woiski (2008), utilizando a mesma metodologia coletaram 12 espécies de vespas em um período de três anos em área de mata. Assim como nos estudos citados acima, a composição da comunidade que encontramos foi diferente indicando um forte componente geográfico na determinação da composição da comunidade.

O fragmento de mata localizado no Parque Regional do Iguaçu é caracterizado por uma vegetação composta por vários extratos de plantas que abrangem desde pequenos arbustos, os quais são responsáveis por abrigar populações de outros artrópodos que servem de presa para as vespas, até árvores com dezenas de metros de altura. Algumas delas são esporadicamente derrubadas pela ação do vento criando clareiras, onde a incidência de luminosidade se torna maior. Segundo Morato & Martins, (2006) florestas não perturbadas normalmente apresentam um número maior de árvores mortas que se tornam um recurso em potencial de cavidades para diversos animais. E que, independente da fisionomia e da estrutura vegetal do ambiente, o número de cavidades aumenta com a idade das árvores. Este conjunto de características provavelmente proporciona ao local um ambiente com diversos recursos alimentares e de sítios de nidificação para as espécies solitárias (Tscharrntke *et al.*, 1998; Loyola & Martins, 2007). Além disso, a área se encontra circundada por outros fragmentos de mata e ambientes modificados pela ação humana que podem atuar como fonte de recursos e migração entre espécies propiciando a manutenção desta diversidade. Steffan-Dewenter, (2003), em um trabalho realizado na Alemanha, verificou a existência de uma relação positiva entre a riqueza de abelhas e a conectividade de ambientes.

O número de espécies associadas a estes himenópteros (parasitas, parasitóides e cleptoparasitas) foi maior do que normalmente é encontrado mesmo considerando que vários estudos não citam a presença destes grupos. Dentre os

trabalhos que reportam estes dados, as espécies de himenópteros parasitas das famílias Eulophidae, Chrysididae, Ichneumonidae, Mutillidae e espécies de dípteros das famílias Phoridae e Tachinidae (Assis & Camillo, 1997; Jayasingh & Freeman, 1980; Steffan-Dewenter, 2002) são as mais comumente associadas às espécies de vespas e abelhas solitárias que nidificam em ninhos-armadilha, porém, em um número reduzido.

Entre as vespas, o gênero *Auplopus* Spinola, 1841 foi a mais abundante contrastando com a maioria dos estudos realizados no Brasil, que relatam espécies do gênero *Trypoxylon* Latreille, 1796 como as mais numerosas dentre as vespas solitárias que nidificam em cavidades pré-existentes (Camillo *et al.*, 1995; Morato & Campos, 2000; Buschini & Woiski, 2008). Apenas Loyola & Martins, (2006) em um fragmento urbano de floresta em Belo Horizonte, Minas Gerais relataram uma espécie deste gênero como sendo a mais abundante. De modo geral, as espécies de *Trypoxylon* parecem apresentar preferência por áreas com grandes modificações antrópicas. A maior ocorrência destas espécies é geralmente encontrada em locais onde existiam construções humanas abandonadas (Camillo *et al.*, 1995), cultivos agrícolas (Camillo *et al.*, 1995; Assis & Camillo, 1997) e pastagens (Assis & Camillo, 1997; Camillo *et al.*, 1995; Morato & Campos, 2000) próximos ou dentro das áreas amostradas em áreas bem iluminadas (Jayasingh & Freeman, 1980). Entretanto, Buschini & Woiski, (2008) em um estudo realizado em Guarapuava, Pr., verificaram que *Trypoxylon lactitarse* e *T. agamemnom* ocuparam em maior número aqueles ninhos-armadilha localizados em área de floresta de Araucárias. Enquanto que, *T. opacum* ocorreu apenas nos ambientes abertos (campo e várzea). As espécies do gênero *Auplopus*, assim como no presente trabalho, foram amostradas dentro de uma área de floresta.

Além disso, as espécies do gênero *Zethus* que são geralmente pouco representados nos estudos anteriores com ninhos-armadilha (Assis & Camillo, 1997; Morato & Campos, 2000; Buschini & Woiski, 2008) tiveram um número relativamente alto de ninhos coletados. Houve ainda, a ocorrência de *Z. pilosus* que não tinha sido relatado em nenhum dos trabalhos citados anteriormente. Estudos sobre a biologia dos ninhos destas espécies, buscando conhecer quais plantas são utilizados na construção dos ninhos e quais são as espécies de presas utilizadas na alimentação das larvas, podem propiciar subsídios para um melhor entendimento dos fatores que determinam a ocorrência deste gênero. Contudo, cada ambiente possui um conjunto

de características físicas, espaciais e históricas próprias que suprem de forma diferenciada as necessidades de cada espécie, o que poderia explicar a flutuação no número e da diversidade destes indivíduos entre os estudos citados até este momento.

Para as abelhas, os poucos ninhos amostrados (n=8) podem ser resultado da altura em que os ninhos-armadilha foram instalados. Morato, (2001) verificou que assim como as vespas, abelhas solitárias utilizaram ninhos-armadilha em maior número a oito e a 15 m de altura. E que este padrão provavelmente se deve à maior disponibilidade de recursos florais e extratos no dossel. Além do que, foram utilizadas apenas quatro classes de diâmetros de ninhos-armadilha o que pode ter limitado o número de ninhos coletados. Buschini, (2005) utilizando três diâmetros, também coletou poucas espécies (S = 4) de abelhas dentro da área de mata, sendo que três delas eram espécies do gênero *Megachile*.

Apenas *Auplopus* sp<sub>1</sub>, *Auplopus* sp<sub>2</sub>, *Pisoxyton* sp, *Trypoxylon* sp e *Z. plaumanni* utilizaram preferencialmente ninhos-armadilha com diâmetros específicos. Provavelmente a escolha do diâmetro do ninho armadilha é determinada primariamente pelo tamanho do corpo da vespa, podendo, no entanto, ser alterada por interações com outras espécies (Krombein, 1969). Espécies com populações numerosas, como *Auplopus* sp<sub>1</sub>, podem apresentar dentro de um limite específico, variações de tamanho corporal implicando em uma possibilidade de ocupar vários diâmetros diferentes. Em contrapartida, espécies com populações menores, tendem a manter um tamanho corporal com poucas variações implicando em uma ocupação de ninhos com diâmetro restrito. De qualquer forma, o uso do diâmetro dos ninhos é uma decisão que se relaciona a inúmeros fatores como: tamanho do corpo, tamanho da prole, interações interespecíficas e disponibilidade de recurso (Fox *et al.*, 2001) o que torna muito difícil uma generalização consistente.

A abundância e a riqueza das espécies não apresentaram relação com a distância em que o ponto amostral se encontrava da borda do fragmento. Entretanto, ainda que não significativo, foi observado um número maior de espécies ocupando os ninhos-armadilha localizados na borda e no centro do fragmento de floresta do que na transição borda-centro. O efeito de borda é um fator que afeta o número de espécies e de modo geral, espera-se que este valor seja maior próximo à borda, intermediário na transição borda-centro e reassume uma diversidade mais elevada

no centro do fragmento, onde teoricamente residem aquelas espécies com tolerância ecológica mais restrita e menos abundante (Loyola, 2005).

A abundância e a riqueza das espécies não apresentaram relação com a temperatura e umidade relativa do ar. Fato que poderia ser explicado partindo-se da premissa de que vespas e abelhas solitárias possuem uma baixa capacidade termorregulatória e assim, sugere-se que baixas temperaturas e umidade relativa do ar afetariam de forma negativa o desempenho destes insetos em suas atividades (Loyola & Martins, 2006). Isso explicaria a ausência de algumas espécies e de nidificação durante as estações mais frias. No entanto, a ausência de relação nas estações em que ocorreram nidificações indica que as temperaturas e taxas de umidade foram suficientes para a atividade, e que, outros fatores estão interagindo para promover a estruturação da comunidade.

As espécies apresentaram uma distribuição heterogênea no tempo e no espaço em ambas às transecções, *Z. plaumanni*, por exemplo, nidificou em todas as estações nos pontos de T1 e nos pontos de T2 fundou ninhos apenas na primavera e no verão. *Auplopus* sp<sub>1</sub> nidificou em todas as estações em T2 enquanto que em T1 apenas na primavera, verão e outono. E ainda, houve espécies como *M. (A.) aff. facialis*, *M. (A.) trigonaspis* que nidificaram apenas em T1 e *M. (M.) aff. benigna* que nidificou apenas em T2 durante o verão. Todavia, conclusões sobre picos sazonais de abundância ou de atividade destas espécies de insetos tropicais só podem ser realmente confirmados se o padrão se repetir ano após ano (Wolda, 1988).

As diferenças observadas na ocupação espacial dos ninhos-armadilha pelas espécies solitárias que nidificam em cavidades pré-existentes podem estar relacionadas com os padrões de forrageamento e de dispersão que são responsáveis por determinar a escala espacial com que estas espécies interagem com o ambiente (Steffan-Dewenter, 2003). Além disso, populações pequenas tendem a se deslocar menos do que populações maiores em busca de recursos, pois geralmente utilizam o hábitat por pouco tempo durante o ano e não se dispersariam a longas distâncias (Loyola, 2005).



## 5. CONCLUSÃO

O fragmento utilizado no presente estudo apesar de fazer parte de um mosaico urbano sob constante pressão antrópica parece ter preservado algumas características físicas regionais e locais que puderam de alguma forma conservar e manter uma parte muito importante da riqueza de vespas e abelhas solitárias que nidificam em cavidades pré-existentes e outras espécies associadas a estes himenópteros.

Apesar da posição dos pontos amostrais não apresentarem correlação entre a abundância e a riqueza das espécies em relação à distância da borda, foi observado um número maior de espécies ocupando ninhos-armadilha na porção inicial das transecções onde, teoricamente ocorreria uma maior diversidade de espécies caso houvesse um efeito da borda sobre elas.

De uma maneira geral, as espécies componentes desta comunidade exibem variação sazonal e espacial nos padrões de ocupação. No entanto, as decisões acerca da utilização dos diâmetros disponíveis para nidificação bem como da posição destes ninhos em relação à borda são fundamentalmente respostas individualísticas, não tendo um padrão geral consistente sido detectado.

## 6. REFERÊNCIAS

- ASSIS, J.M.F.; CAMILLO, E. Diversidade, Sazonalidade e Aspectos Biológicos de Vespas Solitárias (Hymenoptera:Sphecidae:Vespidae) em Ninhos Armadilhas na Região de Ituiutaba, MG. **An. Soc. Entomol. Bras.** **26**:335-347, 1997.
- BAGUETTE, M. The Classical Metapopulation Theory and The Real Natural World: a critical appraisal . **Basic and Applied Ecology** **5**:213-224, 2004.
- BITTENCOURT, S.; DALLA CORTE A.P. e SANQUETTA, C.R. Estrutura da Comunidade de *Pteridophyta* em uma Floresta Ombrófila Mista, Sul do Paraná, Brasil. **Silva Lusitana** **12**(2): 243 – 254, 2004.
- BOLGER, D.T.; SUAREZ, A.S.; CROOKS, K.R.; MORRISON, S.A. and CASE, T.J. Arthropods in Urban Habitat Fragments in Southern California: Area, Age, and Edge Effects. **Ecol. Applic** **10**:1230-1248, 2000.
- BROWN J.H. Mammals on mountaintops: non-equilibrium insular biogeography. **American Naturalist**, 105, 467-478, 1971.
- BRUNA, E. M. Biological impacts of deforestation and fragmentation. **The Encyclopedia of Forest Sciences**. p. 85-90, 2004.
- BUDRIENÈ, A.; BUDRYS, E. & NEVRONYTÈ, Z. Solitary Hymenoptera Aculeata Inhabiting Trap-Nests in Lithuania: Nesting Choice and Niche Overlap. **Latvijas Entomologs** **41**: 19-31, 2004.
- BUSCHINI, M.L.T. Species diversity and community structure in trap-nesting bees in Southern Brazil. **Apidologie** **37**: 58-66, 2006.
- BUSCHINI, M.L.T. & WOISKI, T.D. Alpha-beta diversity in trap-nesting wasps (Hymenoptera:Aculeata) in Southern Brazil. **Acta Zool. (Stockholm)** **89**:351-358, 2008.
- CAMILLO, E.; GARÓFALO, C.A.; SERRANO, J.C.; MUCCILO G. Diversidade e Abundância Sazonal de Abelhas e Vespas Solitárias em Ninhos Armadilhas (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata). **Revta bras. Ent.** **39**:459-470, 1995.

- DIDHAM, R. K.; HAMMOND, P. M.; LAWTON, J. H.; EGGLETON, P. & STORK, N. Beetle species responses to tropical forest fragmentation. **Ecol. Monog.** **68**: 295-323, 1998.
- DIDHAM, R. K.; GHAZOUL, J.; STORK, N. E. & DAVIS, A. J. Insects in fragmented forests: A functional approach. **TREE**, **11**: 255-260, 1996.
- EVANS, H.E. & EBERHARD, M.J.W. **The Wasps**. Ann. Arbor., The University of Michigan Press, Michigan, 265p, 1970.
- FRANKHAM, R., BALLOU J.D., BRISCOE D.A., MCINNES K.H. **A Primer of Conservation Genetics**. Sinauer, 2004.
- FOX, C. W.; ROFF, D. A. and FAIRBAIRN, D. J. Evolutionary Ecology: Concepts and Case Studies. **University Press, Oxford**, 424pp, 2001.
- JAYASINGH, D.B. & FREEMAN, B. E. The comparative populations dynamics of eight solitary bees and wasps ( Aculeata : Apocrita : Hymenoptera) trap-nested in Jamaica. *Biotropica* 12: 214-219, 1980.
- KANKARE, M., VAN NOUHUYS, S.; GAGGIOTTI, O. & HANSKI, I. Metapopulation genetic structure of two coexisting parasitoids of the Glanville fritillary butterfly. **Oecologia** **143**:77-84, 2005.
- KROMBEIN, K. V. Trap-nesting Wasps and Bees: Life Histories, Nests, and Associates. **Smithsonian Press, Washington, D.C.**, 570 pp, 1969.
- LASSAU, S. & HOCHULI, D.F. Wasp community responses to habitat complexity in Sydney sandstone forests. **Austral Ecology** **30**:179-187, 2005.
- LEIBOLD, M.A.; HOLYOAK, M.; MOUQUET, N.; AMARASEKARE, P.; CHASE, J.M.; HOOPES, M.F.; HOLD, R.D.; SHURIN, J.B.; LAW, R.; TILMAN, D.; LOREAU, M. AND GONZALEZ, A. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. **Ecology Letters** **7**: 601-613, 2004.
- LOYOLA, R.D. Efeitos de área e estrutura de habitat sobre a riqueza e nidificação de vespas e abelhas solitárias (Hymenoptera: Aculeata). 87f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

- LOYOLA, R.D. and MARTINS, R.P. Trap-Nest Occupation by Solitary Wasps and Bees (Hymenoptera:Aculeata) in a Forest Urban Remanent. **Neotr. Entom.** **35**:041-048, 2006.
- MAACK, V. Geografia física do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, Livraria José Olympio Ed., 442p, 1981.
- MARGULES, C. R.; NICHOLLS, A. O. & PRESSEY, R. L. Selecting networks of reserves to maximize biological diversity. **Biological Conservation** **43**:63-76, 1988.
- McINTYRE, N.E. Ecology of Urban Arthropods: A Review and a Call to Action. **Ann. Entomol. Soc. Am.** **93**:825-835, 2000.
- MICHENER, C.D. The bees of the world, The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 2000.
- MORATO, E.F., and MARTINS, R.P. An Overview of Proximate Factors Affecting the Nesting Behavior of Solitary Wasps and Bees (Hymenoptera:Aculeata) in Preexisting Cavities in Wood. **Neotr. Entom.** **35**:285-298, 2006.
- MORATO, E.F., CAMPOS, L.A. de O. Efeitos da Fragmentação Florestal Sobre Vespas e Abelhas Solitárias em uma Área da Amazônia Central. **Revta bras. Zool.** **17**:429-444, 2000.
- MORATO, E.F. Efeitos da fragmentação florestal sobre vespas e abelhas solitárias na Amazônia Central. II. Estratificação vertical. **Revta. Bras. Zool.** **18(3)**:737-747,2001.
- NORTON, D.A. Edge effects in a lowland temperate New Zealand rainforest. **DOC Science Internal Series 27**. Department of Conservation, Wellington. 33 p., 2002.
- STATSOFT, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), versão 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- STEFFAN-DEWENTER, I. Landscape context affects trap-nesting bees, wasps and their natural enemies. **Ecological Entomology** **27**:631-637, 2002.

STEFFAN-DEWENTER, I. Importance of habitat area and landscape context for species richness of bees and wasps in fragment Orchard Meadows. **Conservation Biology** **17(4)**:1036-1044, 2003.

TISSOT, A.C. Ecologia de culicidade (Diptera) coletados com auxílio de armadilha CDC-M com isca animal em área de remanescente floresta do Parque Regional do Iguaçu, Curitiba, Paraná, Brasil / Ana Cristina Tissot . 55f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas, Área de Concentração em Entomologia). Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

TSCHARNTKE, T.; GATHMANN, A. AND STEFFAN-DEWENTER, I. Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: community structure and interactions. **Journal of Applied Ecology** **35**:708-719, 1998.

WOLDA, H. Insect seasonality: Why? **Ann. Rev. Ecol. Syst** **19**:1-18, 1988.

YOUNG, A. & MITHELL, N. Microclimate and Vegetation Edge Effects in a Fragmented Podocarp Broadleaf Forests in New Zeland. **Biol. Cons** **67**:63-72, 1994.

VIANA, B.F.; SILVA, F.O. E KLEINERT, A.M.P. Diversidade e sazonalidade de abelhas solitárias (Hymenoptera: Apoidea) em dunas litorâneas do Nordeste do Brasil. **Neotropical Entomology** **30(2)**:245-251,2001.

ZAR, J. H.. **Biostatistical Analysis**. 4<sup>th</sup> ed., Prentice Hall Inc., New Jersey. 1999.