

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

Ninhos de abelhas nativas sem ferrão (Meliponinae) em  
ambiente urbano

**ALAN BRONZERI DIAS**

Botucatu

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA

Ninhos de abelhas nativas sem ferrão (Meliponinae) em  
ambiente urbano

**ALAN BRONZERI DIAS**

Relatório de Iniciação Científica  
apresentado ao Instituto de Biociências da  
Universidade Estadual Paulista – Campus de  
Botucatu, como exigência do estágio  
obrigatório realizado no curso de  
bacharelado em Ciências Biológicas, sob  
orientação do Prof<sup>o</sup>. Dr. Ricardo de Oliveira  
Orsi e co-orientação de Felipe W. Amorim.

Botucatu

2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TEC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM. |  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Dias, Alan Bronzeri.

Ninhos de abelhas nativas sem ferrão (Meliponinae) em ambiente urbano / Alan Bronzeri Dias. - Botucatu, 2015

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Ricardo de Oliveira Orsi

Coorientador: Felipe Wanderley de Amorim

Capes: 20300000

1. Abelha sem ferrão - Ninhos. 2. Distribuição espacial da população. 3. Polinizadores. 4. Ecologia urbana (Biologia).

Palavras-chave: Abelhas sem ferrão; Distribuição espacial; Ecologia urbana; Meliponinae; Polinizadores.

## **Sumário**

Resumo.....	5
Introdução.....	6
Material e Métodos .....	12
Resultados .....	16
Discussão.....	21
Conclusão .....	28
Agradecimentos .....	29
Referências .....	30

## Resumo

A perda de habitat é a principal ameaça à diversidade biológica. O processo de urbanização tem como consequência a formação de um mosaico heterogêneo constituído de áreas residenciais, comerciais, parques, áreas verdes, assim como outros tipos de uso da terra atrelados à introdução inapropriada de flora e fauna exóticas. A presença de áreas verdes urbanas, peri-urbanas e rurais contribuem com a cobertura vegetal global e podem tornar a matriz do bioma mais transponível à fauna local, aumentando a sua resiliência. Dessa forma, as áreas urbanas podem se tornar importantes áreas de refúgio e deslocamento para algumas espécies da fauna local. O objetivo deste estudo foi realizar um levantamento faunístico de abelhas sem ferrão, Meliponinae, associadas ao ambiente urbano em uma área no centro-oeste paulista. Nós georreferenciamos cada ninho observado e medimos a altura da entrada do ninho em relação ao solo e o tipo de sítio de fundação. Analisamos a riqueza, diversidade, equabilidade, densidade e o padrão de distribuição dos ninhos no habitat. Ao todo, localizamos 81 ninhos ativos pertencentes a 6 espécies de meliponíneos: *Nannotrigona testacorceicornis* (N=49), *Tetragonisca angustula* (N=21), *Plebeia droryana* (N=6), *Paratrigona lineata* (N=3), *Trigona hyalinata* (N=1) e *Scaptotrigona aff depilis* (N=1). O índice de diversidade Shannon-Wiener (H') foi 1,08 e o índice de equitabilidade Pielou (J) foi 0,60. A densidade dos ninhos foi de 1,6 ninhos/ha e o padrão espacial de distribuição, calculado pelo índice da média do vizinho mais próximo ( $R=0,621287$ ;  $z\text{-score}=-6,520543$ ;  $p<0,01$ ), foi do tipo agrupado. A maioria dos ninhos (81,48%) estava associada a substratos artificiais, e apenas 18,52% dos ninhos observados estavam em fundação do tipo natural. Com relação à nidificação em árvores, foram identificados 12 ninhos em 7 árvores distintas, pertencentes a três espécies vegetais nativas, da família Fabaceae. As espécies arbóreas são *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (N=5) (sibipiruna), *Anadenanthera colubrina* (N=1), (angico-branco) e *Peltophorum dubium* (N=1) (canafistula). Foi observado que em 55 ninhos (67,90%) ocorria a saída de abelhas campeiras com recursos para a construção de uma nova colmeia, o que indica a plena expansão da comunidade de Meliponinae presente na área urbana. Essa expansão possivelmente é decorrente da existência de grande disponibilidade de recursos florais e potenciais substratos de nidificação para essa guilda alimentar de abelhas eusociais sem ferrão, generalistas e poliléticas. Apesar da ação antrópica e o alto estresse do ambiente urbano, a presença de infra estrutura verde propicia às Meliponinae habitat, refúgio e pode funcionar como corredor ecológico, ligando fragmentos remanescentes.

Palavras chaves: abelhas sem ferrão, distribuição espacial, ecologia urbana, Meliponinae e polinizadores.

## **Introdução**

A modificação da paisagem por ação antrópica altera os ciclos ecológicos e torna o homem responsável por essa nova estrutura ambiental. Medidas de políticas públicas que visem melhores condições socioambientais são fundamentais em todas as cidades, pois aumentam a qualidade ambiental e melhoram o bem estar da população. O crescimento exponencial da população mundial, advindo da revolução industrial, propiciou em 150 anos um salto de um bilhão para seis bilhões de cidadãos em 1998 (PRIMACK & RODRIGUES, 2001) e após 15 anos já ultrapassara 7 bilhões de habitantes (ONU, 2013). Essa crescente população exige alta demanda territorial e por insumos, o que acarretou a expansão das cidades, e conseqüente destruição, fragmentação ou degradação de habitats naturais.

A perda de habitat é a principal causa do declínio da diversidade biológica (PRIMARCK, 2006) e para preservação e proteção da biodiversidade global, foram discriminadas áreas no planeta que apresentem alta biodiversidade, endemismo e estão ameaçadas da perda de território. O Cerrado (savana neotropical) e a Mata Atlântica são os hotspots da biodiversidade brasileiros e desses biomas restam apenas 20% (MYERS et al. 2000) e 11,4-16% da área de cobertura original (RIBEIRO et al. 2009).

O crescimento populacional, relacionado à grande concentração urbana no Brasil, 84,36% (IBGE, 2011), levou à expansão das cidades em detrimento de áreas naturais. A cidade de Botucatu, localizada no centro-oeste do estado de São Paulo está situada em área de encontro desses dois hotspots da biodiversidade, o bioma do cerrado e da Mata Atlântica (SILVA, 2010), o que exige do município um adequado planejamento urbano e ambiental. Dessa maneira, medidas que tornem a matriz urbana com maior extensão verde, transponível e conectada, influenciam as espécies que

ocorrem nas paisagens urbanas (NIEMELÄ et al. 1999) e aprimoram a qualidade do ecossistema.

A urbanização ocasiona um mosaico de diferentes matrizes heterogêneas constituídas de parques, áreas residenciais e comerciais, assim como outros tipos de uso da terra, atrelado à inapropriada introdução de flora e fauna exóticas, e ainda, desbalanço entre as taxas de extinção e imigração (MCINTYRE, 2000 a, b). A presença de áreas verdes urbanas, periurbanas e rurais contribuem com a cobertura vegetal global e podem tornar a matriz do bioma mais transponível aos organismos, aumentando a sua resiliência e melhor balanço entre a taxa de extinção e imigração.

As infraestruturas verdes são todas as redes naturais, seminaturais e artificiais de sistemas ecológicos multifuncionais dentro, ao redor e entre as áreas urbanas, em todas as escalas espaciais. O conceito enfatiza a qualidade assim como a quantidade de zonas urbanas e periurbanas com áreas verdes (TZOULAS et al. 2007). A infraestrutura verde apresenta ganhos socioambientais, com efeitos positivos tanto para o meio ambiente, como para a região como um todo (VANDERMEULEN et al. 2011).

A infraestrutura verde possibilita a ação dos serviços ecossistêmicos, que são relacionados em quatro categorias básicas: provisão, regulação, suporte e cultural, cada um dos quais possuem várias subcategorias. O estado do ambiente e ecossistemas são modificados por padrões demográficos de crescimento, desenvolvimento e consumo, todos os quais podem reduzir ou aumentar o fornecimento de serviços ecossistêmicos (MA, 2005).

A presença de árvores em ambiente urbano contribui com cidades mais sustentáveis, e possibilita maior gama de serviços ecossistêmicos e benefícios sociais,

recreacional, estético, arquiteturas, climáticos, físicos, ecológico e econômico. Esses benefícios estão relacionados com valores histórico-culturais, contato direto com a natureza, controle da temperatura, umidade e vento, redução da poluição atmosférica e sonora, controle da erosão do solo e biótopo para a flora e fauna em ambiente urbano (TYRVÄINEN et al. 2005).

A infraestrutura verde proporciona refúgio em ilhas ou em corredores ecológicos com novos habitats artificiais para a fauna urbana, os artrópodes estão associados às atividades cotidianas e as construções desde o início da história humana e se beneficiam da infraestrutura verde urbana. O estudo de artrópodes em ambiente urbano é oportuno e de extrema importância econômica e ambiental. A urbanização é um dos principais fatores do declínio e extinção de alguns artrópodes (MCINTYRE, 2000), em geral, devido à perda de seu habitat (GULLAN & CRANSTON, 2012).

As condições urbanas favorecem o estabelecimento de algumas espécies por disponibilizar novos sítios de nidificação e recursos tróficos, mas por outro lado impossibilitam outras espécies, uma vez que as espécies possuem distintas e específicas habilidades na obtenção dos recursos e na sobrevivência (TAURA & LAROCA, 1991; ZANNETE, 2005; VELEZ-RUIZ et al. 2013). As abelhas sem ferrão, Meliponinae, dominam o ambiente urbano (ZANNETE et al. 2005) e são as mais abundantes na América Tropical (MICHENER, 2007), confirmando também em levantamentos de abelhas do estado de São Paulo (PEDRO & CAMARGO, 1999). Algumas espécies de polinizadores são beneficiados com moderada perturbação ambiental, pois são capazes de utilizar os recursos que ocorrem em paisagens dominadas pelo homem, em áreas agrícolas, urbanas ou suburbanas (WESTRICH 1996; CANE et al. 2006).



As abelhas sem ferrão utilizam da flora local para a obtenção de sítios de nidificação e fonte de recursos alimentares. Esse guilda de abelhas possui diversificada bionomia e utiliza diversos sítios de nidificação, como em cavidade pré-existente ou em área externa, com ninhos aéreos em galhos e penhascos e também podem estar associados com outros ninhos de insetos, como besouros, formigas e cupins. A população da colônia varia entre algumas dezenas a mais de 100.000 operárias (MICHENER, 2007) com volume interno que varia entre 0,3L à 300L (INOUE et al.1993).

Em ambiente urbano, as abelhas sem ferrão também utilizam materiais inerentes à construção civil, que criam novos microhabitats antropogênicos, tais locais usados para nidificação são espaços vazios em fendas e buracos nas áreas concretadas de muros, paredes e calçadas (TAURA & LAROCA, 1991) e em diversos materiais da construção civil expostos em área externa.

As abelhas sem ferrão utilizam a flora heterogênea, composta de jardins, parques, resquícios de florestas secundárias e a flora exótica como fonte de recursos alimentares e abrigo (NOGUEIRA-NETO et al. 2005). Os Apidae eussociais visitam grande diversidade de espécies de plantas e tipos florais variados, e são classificados como visitantes generalistas de dieta polilética (HEARD, 1999; PEDRO & CAMARGO, 1999; BROWN et al. 2001). Considera-se quanto menos especializado for a abelha, maior sua sobrevivência nas paisagens atuais (WESTRICH, 1996).

Os distúrbios antropogênicos influenciam na abundância e riqueza da comunidade de abelhas, tal diversidade varia de acordo com a intensidade de perturbação ambiental, e é significativa apenas quando ocorre uma extrema perda de

habitat (WINFREE et al. 2009), o que dá suporte à visão que os polinizadores estão em declínio em decorrência do aumento do uso da terra e alteração da paisagem. A alteração da comunidade de polinizadores em decorrência de ações antrópicas têm promovido debates entre sociedade e cientistas sobre a importância dos polinizadores domesticados e nativos (GHAZOUL, 2005). Para melhor elucidação do assunto, foram estabelecidos programas que abordam a questão do declínio dos polinizadores, como a International Pollinator Initiative (POTTS, et al. 2010) e Iniciativa Brasileira de Polinizadores (MMA, 2006).

O tema sobre polinizadores é de suma importância para o sistema de abastecimento de alimentos é peça chave para a produção sustentável global (ALLEN-WARDELL et al. 1998; KEVAN, 1999), que contribui direta ou indiretamente com um terço dos alimentos produzidos (KEARNS, 1998) e com a manutenção dos ecossistemas terrestres, através da polinização.

A polinização, um serviço ecossistêmico fundamental, encontra-se em declínio (ALLEN-WARDELL, al. 1998; KEARNS, 1998) e a redução dos polinizadores é decorrente do impacto do desmatamento, fragmentação de habitats, introdução de espécies exóticas e práticas agrícolas hostis que causam o declínio da população dos insetos silvestres (IMPERATRIZ-FONSECA et al. 2006; KEVAN, 1999).

As abelha sem ferrão, Meliponinae, são as únicas abelhas eusociais nativas da região neotropical (ANTONINI et al. 2013), dentro da qual ocorre a maior diversidade dessa subfamília de abelhas (CAMARGO & PEDRO, 1992), que desempenham papel fundamental como polinizadores da vegetação nativa das florestas (MICHENER, 2007; HEARD, 1999). Essas abelhas possuem a capacidade de forragear desde ambientes de

floresta intacta a ambientes altamente fragmentados (BROWN et al. 2001), o que as torna fundamentais na manutenção dos serviços de polinização. Maior coleta de dados sobre abelhas sem ferrão é importante em decorrência de que muitos lugares florestais, originalmente ocupado por centenas de espécies, hoje estão degradados, ameaçados ou desaparecidos (ROUBIK, 2006).

Devido à histórica proximidade das abelhas sem ferrão com a cultura indígena americana e posterior convivência próxima a humanos, pode elevar as Meliponinae à categoria de espécies carismáticas (NOGUEIRA-NETO 1997, ZANETTE et al. 2005), contribuindo com iniciativas que visem sua proteção, o desenvolvimento sustentável das cidades e a educação ambiental da sociedade.

A distância máxima de voo das abelhas sem ferrão está relacionada com o porte corpóreo, em especial com o tamanho generalizado das asas, assim, abelhas menores possuem menor alcance de voo do que as abelhas maiores. Os Meliponinae possuem uma estrutura na asa posterior denominada hâmulos (Figura 1), que reforça a estabilidade do voo e a quantidade de hâmulos está relacionada com a capacidade de voo (ARAUJO et al. 2004).

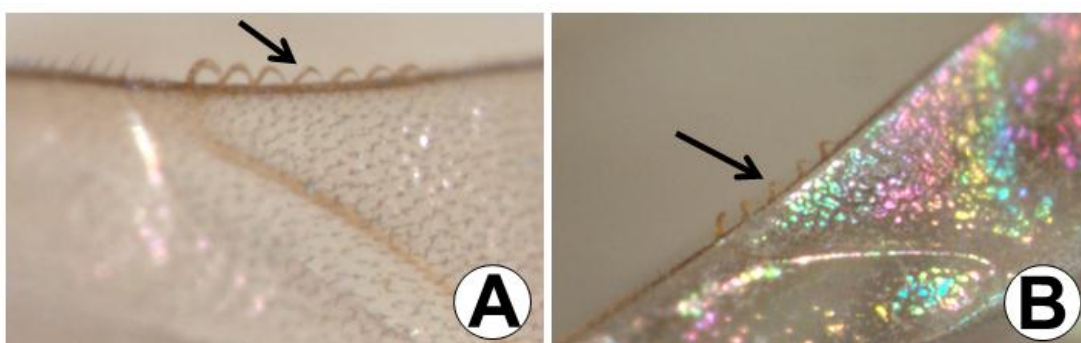


Figura 1: Asa posterior de Meliponinae, com os hâmulos (seta negra). A) *Scaptotrigona aff. depilis*, 7 hâmulos; B) *Paratrigona lineata*, 5 hâmulos.

As pequenas abelhas dos gêneros *Plebeia*, *Tetragonisca* e *Nannotrigona* alcançam distâncias de voo máximas que variaram entre 600-950 m, já abelhas médias dos gêneros *Trigona* e *Scaptotrigona* alcançam distâncias máximas que variam entre 1100-1700 m e abelhas grandes do gênero *Melipona* alcançam distâncias máximas maiores que dois km (ARAUJO et al. 2004).

Com a localização geográfica do ninho e a identificação da espécie é possível estimar a área de cobertura do forrageamento bem como seu padrão de dispersão da enxameação na comunidade de Meliponinae em ambiente urbano.

O objetivo do estudo foi realizar um levantamento faunístico de Meliponinae em ambiente urbano e descrever as características dos ninhos e dos locais de nidificações.

## **Material e Métodos**

Estudo realizado no município de Botucatu, São Paulo, Brasil, que apresenta o clima Cfa, pela classificação de Köppen (1948), caracterizado por clima temperado quente (mesotérmico) úmido, em que a média da temperatura do mês mais quente é superior a 22° (CUNHA & MARTINS, 2009) e a média total anual de chuva é 1.501,4 mm. A área amostral foi a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, distrito de Rubião Junior (22°53'25"S 48°29'46"O), figura 2.



Figura 2: Mapa da área amostral (campus Universitário) em vermelho, fragmentos oeste, leste (morro de Rubião Junior) e norte (jardim botânico) em verde, Botucatu, São Paulo, Brasil.

Houve o mapeamento da área urbana externa do campus, que compreende edificações, muros, pátios de estacionamento, prédios, vias, e áreas ajardinadas adjacentes. Num total, foram cobertas uma área de 50,4821 ha. O campus conta com Jardim Botânico (<http://www.jb.ibb.unesp.br/>) de área de 18,1 ha formado por vegetação heterogênea, composta por gramados e remanescentes de floresta mesófila semidecidual e floresta ripária.

A amostragem ocorreu entre fevereiro de 2014 à janeiro de 2015, em um período amostral total de 54 horas, que ocorreu entre 9:00 e 18:30, em dois blocos de visitas realizado em 13 dias, o primeiro bloco ocorreu entre os meses de fevereiro a maio e o segundo bloco entre os meses de agosto a janeiro, houve a exclusão dos meses mais frios do ano (Julho e Agosto), em conta da diminuição da atividade externa das abelhas.

As amostragens foram realizadas em dias de boas condições climáticas, *i.e.* dias ensolarados, sem ventos fortes ou em baixas temperaturas do inverno. Essas condições maximizam as atividades externas das abelhas e facilitam sua localização.

Para cada ninho, houve o registro fotográfico da entrada, observação do fluxo externo de abelhas campeiras e foram coletadas 5 abelhas para posterior identificação da espécie. Vouchers das espécies foram depositados na coleção do Laboratório de Ecologia da Polinização e Interações - LEPI do Departamento de Botânica, UNESP, campus Botucatu.

Os ninhos foram georreferenciados com auxílio do GPS, que obtêm a coordenada geográfica e altitude, também foi aferida a altura da entrada do ninho em relação ao solo. A análise dos dados foi através da densidade relativa de ninhos, o índice de diversidade Shannon-Wiener ( $H'$ ), o índice de equibilidade Pielou ( $J'$ ), o índice da média do vizinho mais próximo e o mapa de estimativa de densidade de nucleação Kernel. O índice da média do vizinho mais próximo permite testar qual o tipo de dispersão espacial os ninhos apresentam e o mapa de estimativa de densidade de nucleação Kernel que permite estimar a propagação dos eventos pontuais, em torno de um determinado ponto definido, em qual há probabilidade de ocorrer o evento de propagação baseado em uma dependência espacial (ANDERSON, 2009). Para a elaboração dos mapas e posterior testes de geoanálise dos ninhos foram utilizados os softwares Google Earth Pro v.7.1 e ArcGis v.10.2.

A elaboração da tabela com estudos comparativos de ninhos de Meliponinae em ambiente urbano (Tabela 2) foi embasada e calculada nos próprios dados dos artigos publicados e alguns biomas foram consultados no site do IBGE. Os dados dos ninhos

tabelados foram área amostral, quantidade, riqueza, densidade e material de fundação, bem como os índices de heterogeneidade Shannon-Wiener ( $H'$ ) e o índice de equibilidade Pielou ( $J'$ ).

## Resultados

Foram encontrado 81 ninhos ativos pertencentes a seis espécies distribuídas em seis gêneros distintos de Meliponinae, *Nannotrigona testaceicornis* (Lepeletier, 1836) (49 ninhos), *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (21 ninhos), *Plebeia droryana* (Friese, 1900) (seis ninhos), *Paratrigona lineata* (Lepeletier, 1836) (três ninhos), *Trigona hyalinata* (Lepeletier, 1836) e *Scaptotrigona aff. depilis* (Moure, 1942) (um ninho cada). O índice de heterogeneidade Shannon-Wiener foi  $H' = 1,08$  e de equitabilidade Pielou foi  $J = 0,60$ . A figura 3 indica a abundância das abelhas e as figuras 3 e 4 foram usadas para a identificação das espécies.

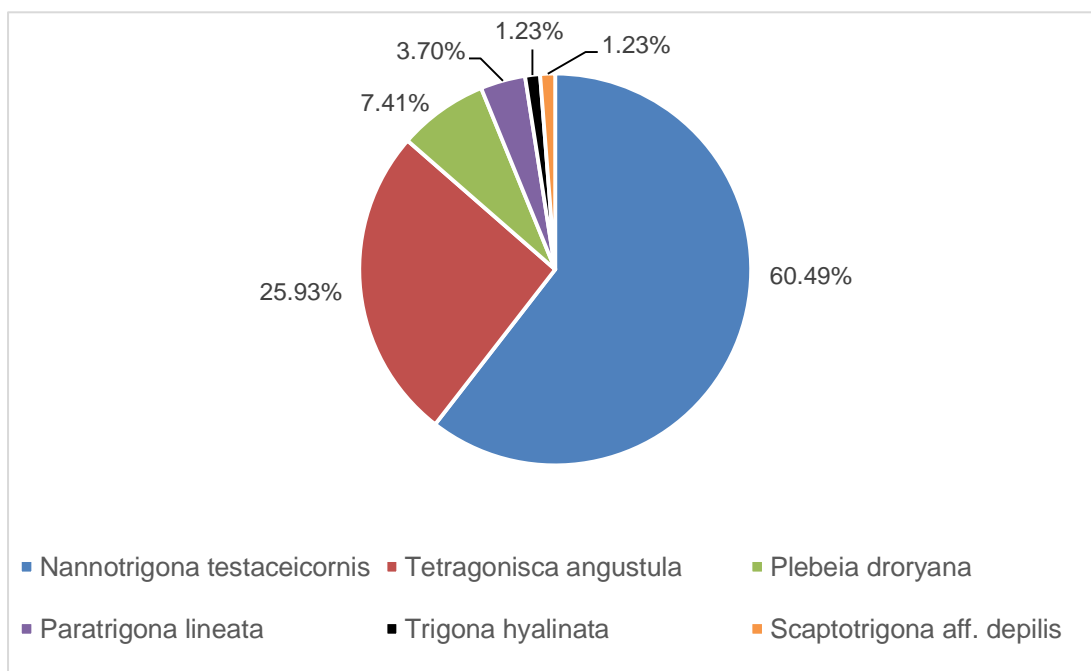


Figura 3. Abundância de ninhos de abelhas sem ferrão localizados em ambiente urbano, Botucatu, São Paulo, Brasil.



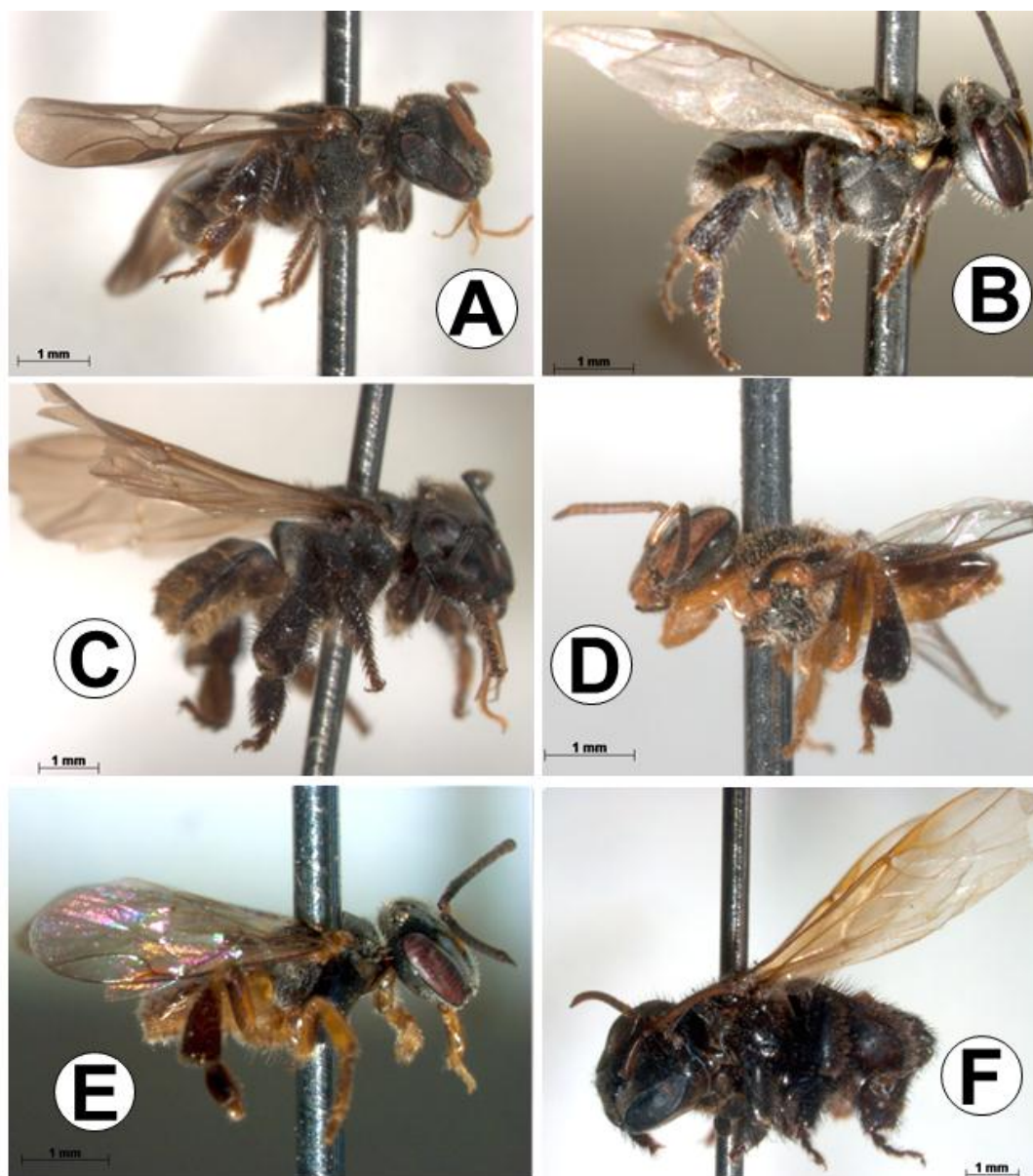


Figura 4. Espécies de Meliponinae encontrado na ambiente urbano, Botucatu, São Paulo, Brasil. A. *Nannotrigona testaceicornis*, B. *Paratrigona lineata*; C. *Scaptotrigona aff. depilis*; D. *Tetragonisca angustula*; E. *Plebeia droryana*; F. *Trigona hyalinata*.

Figura 5: Ninhos das espécies de Meliponinae encontrado na área urbana, Botucatu, São Paulo, Brasil. A. *Nannotrigona testaceicornis*, B. *Paratrigona lineata*; C. *Scaptotrigona aff. depilis*; D. *Tetragonisca angustula*; E. *Plebeia droryana*; F. *Trigona hyalinata*.

Dos 81 ninhos ativos, 66 (81,48 %) estavam em fundação artificial (concreto, bloco, rocha, tijolo, caixa elétrica e canos de ferro) os demais 15 ninhos (18,52%) estavam em fundação do tipo natural. Destes, 12 ninhos (14,81%) estavam em ocos nas árvores e outros três (3,70%) no solo (Figura 6).

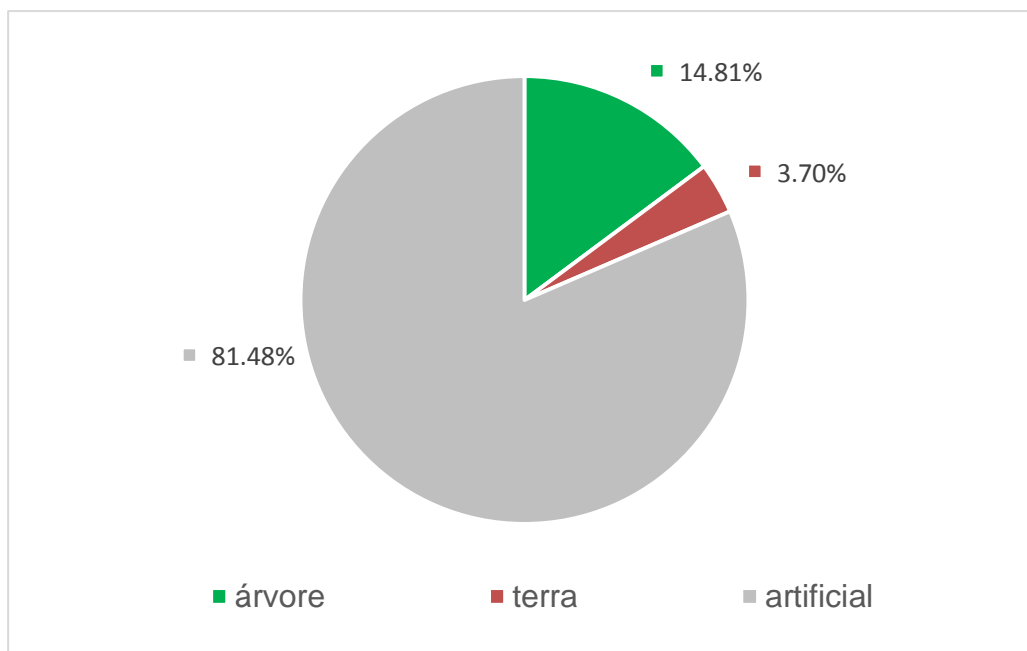


Figura 6. Distribuição dos ninhos em função do tipo de sítio de nidificação.

Em fundação artificial, nidificaram exclusivamente *P. droryana* (Figura 7B) e *T. hyalinata*, seguido pela *N. testaceicornis* (85,72%; Figura 7A) e a *T. angustula* (80,96%). Foi utilizado uma ampla gama de materiais da construção civil para sítios de nidificação, como colunas de sustentação, postes de iluminação, caixas de fiação elétrica, canos de ferro e plástico e em fendas e ocos nas áreas concretadas de muros, calçadas e paredes.

Com relação à nidificação em árvores, ocorreram 12 ninhos em 7 árvores distintas, pertencentes a três espécies vegetais, da família Fabaceae: *Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L.P. Queiroz (sibipiruna, N=5); *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico-branco, N=1) e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafístula, N=1).

*Tetragonisca angustula* nidificou em todas as espécies botânicas (Figura 7C), já *Nannotrigona testaceicornis* e *Scaptotrigona aff. depilis* utilizaram apenas *Poincianella pluviosa*. Em duas árvores ocorreram associação de ninhos, em ambos os casos com

*Nannotrigona testaceicornis* com nidificação em *Poincianella pluviosa*. A *Paratrigona lineata* nidificou exclusivamente no solo (N=3) sendo dois ninhos localizados em gramados (Figura 7D) e outro em solo desnudo. As características de nidificação segundo as espécies estão na tabela 1.

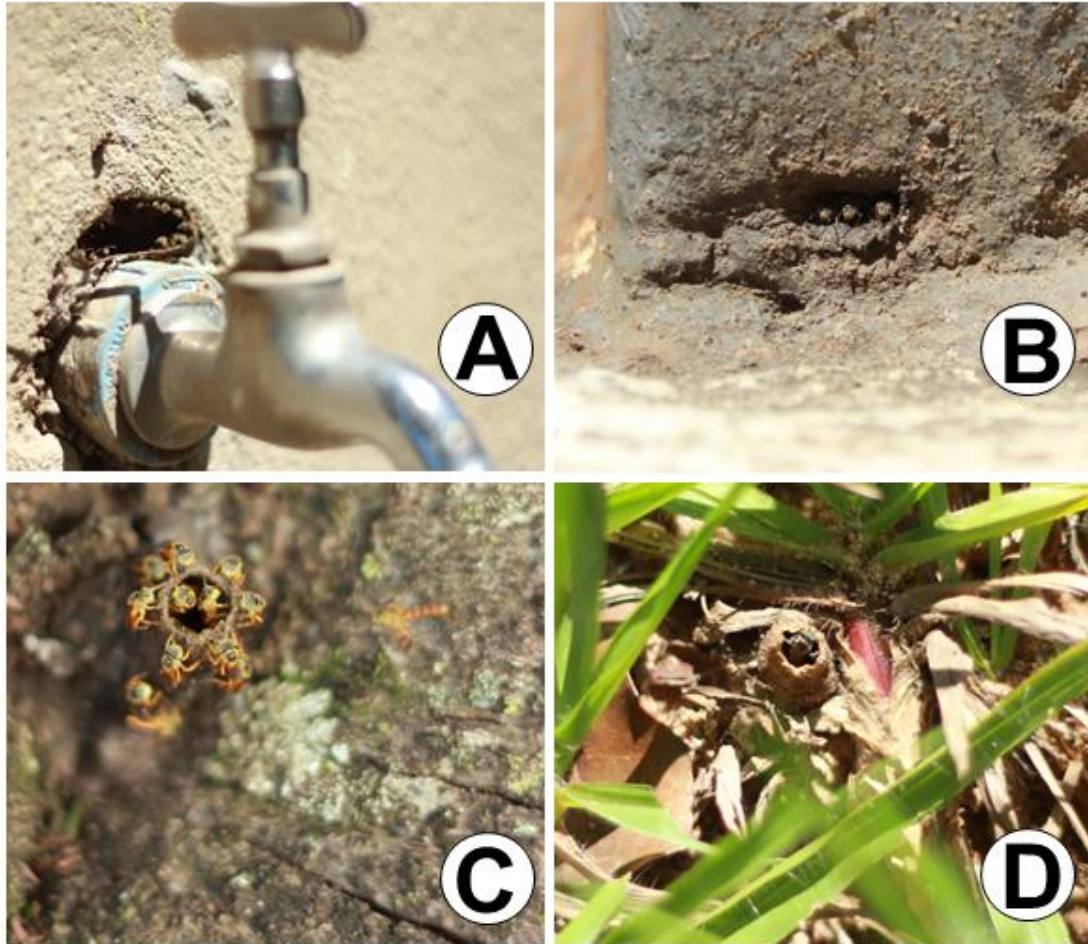


Figura 7. Sítios de nidificação artificial e natural de Meliponinae em área urbana, Botucatu, São Paulo, Brasil. A. Fundação artificial (concreto) *Nannotrigona testaceicornis*; B. Fundação artificial (coluna sustentação) *Plebeia droryana*; C. Fundação natural (árvore) *Tetragonisca angustula*; D. Fundação natural (solo) *Paratrigona lineata*.

Tabela 1. Dados da nidificação de seis espécies de abelhas sem ferrão localizados na área urbana do campus de Botucatu, São Paulo, Brasil.

Espécie Meliponinae	Ninhos	h(cm)	A(%)	N(%)
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	49	0-300	85,72	14,28
<i>Plebeia droryana</i>	6	1-200	100	0
<i>Paratrigona lineata</i>	3	0	0	100
<i>Scaptotrigona aff. depilis</i>	1	186	0	100
<i>Trigonisca angustula</i>	21	0-308	80,96	19,04
<i>Trigona hyalinata</i>	1	99	100	0

h = altura da entrada do ninho em relação ao solo; A= fundação artificial; N= fundação natural

Em relação a altitude, os ninhos variaram entre 887-920m, conforme a elevação do terreno e a altura da entrada do ninho em relação ao solo variou entre 0- 308 cm, com mediana de 25,5cm, sendo que 25 ninhos estão com sua entrada próximos ao chão, entre 0-2cm de distância do solo.

O padrão interno de dispersão das abelhas na área foi do tipo agrupada, ( $R=0,621287$ ;  $z\text{-score}=-6,520543$ ;  $p<0,01$ ). A figura 8 é um mapa de estimativa de densidade de nucleação Kernel, com as posições dos ninhos.



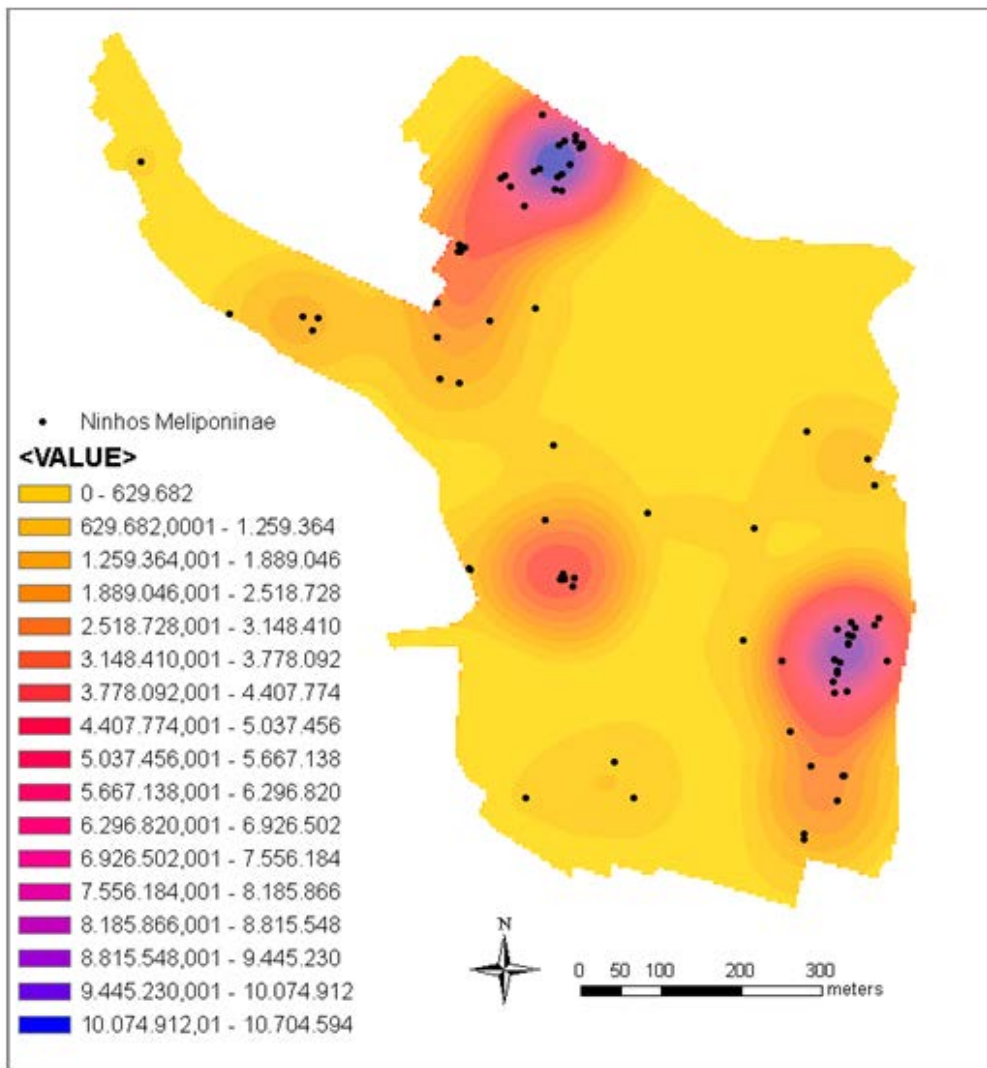


Figura 8. Mapa de estimativa de densidade de nucleação Kernel, com a localização dos ninhos de Meliponinae do campus Universitário, Botucatu, São Paulo, Brasil.

## Discussão

No Brasil, as Meliponinae estão descritas em 244 espécies válidas e cerca de 89 formas ainda não descritas, alocadas em 29 gêneros, no estado de São Paulo que possui os biomas Cerrado e Mata Atlântica, estão descritas 48 espécies de 23 gêneros dessas abelhas (PEDRO, 2014).

O trabalho encontrou ninhos de seis espécies de hábito generalista, com índice de Shannon-Wiener de  $H' = 1,08$  e de Pielou  $J = 0,60$ , o que indica uma baixa diversidade e uma equibildade média-alta das espécies, como na maioria das

comunidades ecológicas ocorre poucas espécies mais comuns e abundantes, *N. testaceicornis* e *T. angustula*, ambas espécies de pequeno porte corpóreo e generalistas, adaptadas ao ambiente urbano e outras espécies raras *P. droryana*, *P. lineata*, *T. hyalinata* e *S. aff. depilis*, as duas primeiras de pequeno tamanho corpóreo e as duas últimas de tamanho corpóreo médio e mais defensivas.

Os gêneros de Meliponinae mais comuns em ambiente urbano são *Paratrigona*, *Tetragonisca*, *Trigona* (ANTONINI et al. 2013) e *Plebeia* (PEDRO & CAMARGO, 1999). A *Nannotrigona testaceicornis* também apresenta grande abundância quando ocorre a redução da complexidade estrutural natural da área circundante (ZANETTE et al. 2005). A diversidade de abelhas encontrada nesse estudo é comum das áreas antropogênicas, caracterizado por abelhas de menor porte corpóreo e dieta polilética.

Assim como em outros estudos em ambiente urbano, KNOLL et al. (1993); AGOSTINI et al. (2010); TAURA & LAROCA (2001); SOUZA et al. (2005) e SILVA et al. (2012), não foram encontradas abelhas do gênero *Melipona*, caracterizado pelas maiores abelhas sem ferrão, que necessitam de habitat com melhor qualidade ambiental, constituído por árvores mais velhas com maior diâmetro de tronco, que possibilitem volumosos ocos internos.

Os impactos humanos que aumentam o uso do solo e modificam a paisagem através da fragmentação, degradação e destruição dos habitats naturais e criação de novos habitats antropogênicos, influenciam a dinâmica dos polinizadores em suas interações ecológicas, em escala individual e populacional (KREMEN et al, 2007). A importância das questões da modificação da paisagem e conservação em escala mais ampla estão relacionada com a assembleia de polinizadores e suas interações de

polinização para o funcionamento dos ecossistemas terrestres. Os polinizadores são fundamentais na produção global sustentável e são bioindicadores de estresse e produtividade ambiental (KEVAN, 1999).

Com o crescente aumento do uso e alteração da paisagem advindo da maior concentração populacional e expansão territorial urbana, torna o homem responsável por essa nova estrutura ambiental e demanda planejar meios de proteger sua biodiversidade e impactar menos as áreas não protegidas.

Devido sua bionomia, as abelhas sem ferrão utilizam grande variedade de tipos de substrato para nidificação, sendo possível até identificá-las, pela sua particular entrada e arquitetura dos ninhos (ROUBIK, 2006). Essa diversidade possibilita que explorem ambientes antropogênicos e utilizem de microhabitat artificial como potenciais sítios de nidificação.

A nidificação das abelhas apenas em árvores nativas, destaca a importância que a flora desempenha na conservação da biodiversidade local e da necessidade do correto manejo da arborização urbana, visto que nossas cidades historicamente foram arborizadas com espécies vegetais exóticas e atualmente estima-se que 80% das árvores urbanas sejam exóticas. Das espécies nativas utilizadas, as essenciais são a *Poincianella pluviosa*, sibipiruna e os ipês (LORENZI, 1992). Tais espécies arbóreas são comumente utilizadas com fins paisagístico e de arborização urbana, devido a suas características ornamentais, que estão relacionadas a sua abundante floração, *Anadenanthera colubrina* apresenta flores melíferas (LORENZI, 1992). Essas árvores urbanas, além da função estética também possuem múltiplos papéis ecológicos, com sítios de nidificação em

galhos ou ocos que criam microhabitats ideais e também como fonte de recursos alimentares (pólen e néctar) e resinas.

Apesar de não estabelecida metodologia de observação do tráfego externo das abelhas no ninho, durante as observações e registros fotográficos, em 55 ninhos (67,9%) ocorreu o comportamento de saída de recursos para a construção de um novo ninho (Figura 9). Desta observação, infere-se a plena expansão da comunidade de abelhas sem ferrão em ambiente urbano.

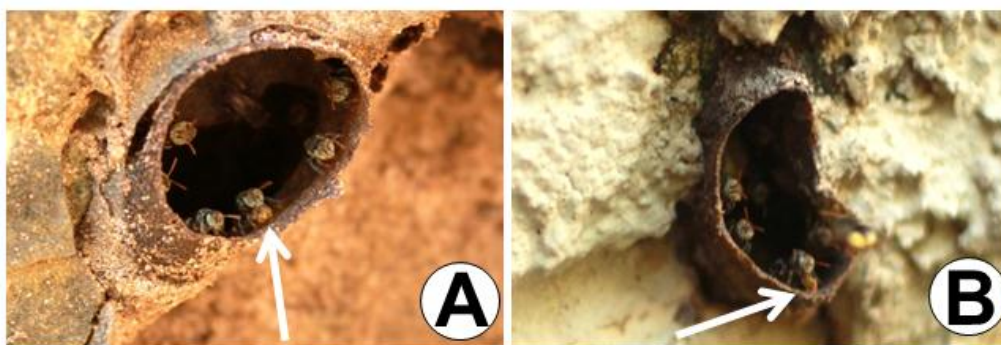


Figura 9. Saída de recursos (seta branca) para construção de um novo ninho, Botucatu, São Paulo, Brasil. A., B. ninhos de *Nannotrigona testaceicornis*.

A distribuição espacial dos ninhos das abelhas apresentou padrão agrupado, devido ao seu comportamento de enxameação, em que indivíduos da colônia mãe levam recursos da colônia matriz para provisionamento do novo ninho (filho), para só assim uma nova rainha fertilizada poder sair e fundar um novo ninho (MICHENER, 1979, NOGUEIRA-NETO, 1997). Essa característica faz com a enxameação e dispersão não seja muito distante entre as colônias mãe e filha, o que gera um padrão de agregação espacial dos ninhos.

Outro motivo dessa agregação dos ninhos pode estar relacionado com o alcance máximo de forrageamento das abelhas, sendo a maioria das abelhas amostradas de pequeno porte corpóreo, se estabeleceu 600m como a distância máxima de voo das



abelhas durante forrageamento, tal distância possibilita que busquem recursos de áreas verdes externas adjacentes ao campus. Os três maiores núcleos de agregação dos ninhos foi ao norte, leste e oeste e esses núcleos podem estar relacionados entre o alcance do forrageamento e a distância do ninho até os fragmentos florestais adjacentes da área amostrada. Esses fragmentos são constituídos pelo Jardim Botânico ao norte e de outras duas manchas florestais localizadas ao oeste e leste (morro de Rubião Junior).

Esses fragmentos remanescentes preservam parte da flora original, embora haja forte ação antrópica nessas áreas, sendo que o jardim botânico está em fase inicial de regeneração e o morro de Rubião Junior apresenta um fragmento mais preservado ou em fase intermediária de regeneração. Ambos os fragmentos apresentam predominância de espécies pioneiras, sendo classificadas como florestas degradadas e apresentam baixa similaridade florística (SILVA, 2010). O fragmento ao oeste sofre maior efeito de borda decorrente da ação imobiliária da região e um grande incêndio ocorreu em 2013 no fragmento leste, morro de Rubião Junior.

O gênero *Melipona*, não observado no estudo, é maior em locais que possuem a vegetação preservada, que provê recursos florais e locais de nidificação. Suas características são relacionadas ao maior porte corpóreo e hábito especialista, necessitam de habitats com largas cavidades preexistentes em árvores, característico de árvores maiores e mais velhas que suportem acomodar essa maior estrutura de nidificação (ANTONINI et al. 2013). Por sua biologia, é considerada um bioindicador da qualidade ambiental, sendo a riqueza de espécies de *Meliponas* inversamente relacionado com a distância da floresta e diretamente relacionado com a porcentagem de cobertura florestal (ANTONINI et al. 2013; BROWN et al. 2001). As espécies *M.*

*rufiventris*, *M. capixaba* e *M. scutellaris* já se encontram na lista de espécies ameaçadas do Brasil (PORTARIA MMA 444/2014).

Os polinizadores fornecem um serviço essencial ao ecossistema e também trazem muitos benefícios à sociedade, através da produção de alimento na agricultura, além de melhorias nos meios de subsistência, desenvolvimento científico, cultural e recreacional e na conservação da diversidade biológica. (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004). Medidas de conservação da diversidade dos Meliponinae é uma questão estratégica e de urgência, assim como estudos adicionais que possam desenvolver estratégias para a conservação da fauna nativa de abelhas sem ferrão (GIANNINI et al. 2012) e melhor conhecimento da comunidade, diversidade, bionomia e biogeografia dos Meliponinae.

Tabela 2. Dados comparativos de estudos com ninhos de Meliponinae em ambiente urbano brasileiro, com biomas semelhantes.

Biomas	Area (ha)	N	D	R	H'	J'	E %	A %	S %	NC%	CR%
Cerrado; Mata Atlântica <sup>1</sup>	50,48	81	1,60	6	1,08	0,60	81,48	14,81	3,7	0	0
Mata Atlântica <sup>2</sup>	57	94	1,65	5	0,83	0,51	NA	NA	NA	NA	0
Mata Atlântica <sup>3</sup>	132,58	35	0,26	4	NA	NA	70	14	0,5	6	9
Cerrado; Mata Atlântica <sup>4</sup>	23	50	2,17	7	1,58	0,81	18	78	4	0	0
Cerrado <sup>5</sup>	13,7	111	8,10	18	2,89	0,86	43,24	47,74	0	9,01	0
Mata Atlântica <sup>6</sup>	5,7	31	5,44	5	1,19	0,74	13,16	86,84	0	0	0
Mata Atlântica <sup>7</sup>	5,4	35	6,41	7	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

N=Ninhos; D=Densidade (Ninhos/ha); H'= Índice de Shannon-Wiener; J'= Índice de Pielou; R=Riqueza; E=Edificação; A=Árvore; S=Solo; N.C=Ninho de Cupim; C.R=Caixa Racional; NA=Não Analisado. <sup>1</sup> PRESENTE ESTUDO (2015); <sup>2</sup> SOUZA et al. (2005); <sup>3</sup> SOUSA et al. (2002); <sup>4</sup> AIDAR et al. (2013); <sup>5</sup> MATEUS et al. (2009); <sup>6</sup> TAURA & LAROCA (1991); <sup>7</sup> SILVA et al. (2012).

A riqueza de espécies de Meliponinae em ambiente urbano foi o parâmetro mais estável entre os estudos com variação entre 4-7 espécies, com exceção do estudo 6, apesar de ter uma grande amplitude na área amostral, a riqueza de espécies não variou expressivamente, o que indica que poucas espécies são adaptadas ao alto estresse

ambiental urbano. As comunidades de Meliponinae mais bem conservadas têm maior porcentagem de nidificação em árvores do que em sítio artificial, que também está relacionado também com a maior densidade dos ninhos, uma vez que as árvores são fonte de recursos alimentares e de nidificação e estão intimamente relacionado a capacidade suporte da biomassa da comunidade local de abelhas sem ferrão.

Não foi encontrado relação entre a diversidade de abelhas e o tamanho do fragmento florestal em CANE et al. (2006) e ANTONINI et al. (2013), forma e isolamento (BROSI, 2007). Ocorrem diferentes respostas por diferentes grupos de abelhas (CANE et al. 2006) a fragmentação e correlata estrutura vegetal do fragmento (ANTONINI et al. 2013).

Grandes fragmentos não contêm mais espécies por unidade de área do que os menores, porém, em pequenos fragmentos as abelhas são as mais comuns e possuem comportamento generalistas (ANTONINI et al. 2013). Praças públicas maiores atraem um maior número de abelhas eusociais, no entanto, o efeito do tamanho é diretamente relacionado com a biomassa vegetal da praça, assim como não foi constatado relação entre a riqueza de espécies com o tamanho dos fragmentos das florestas urbanas (ANTONINI et al. 2013), nesse estudo, apesar de sua grande área amostral (50,48ha) apresentou baixa riqueza e diversidade de espécies.

A fragmentação dos habitats leva ao isolamento das Meliponinae em ilhas com pequenas populações e para não ocorrer problemas endogâmicos na população, é estimado o mínimo de 40 colônias na área de reprodução, afim de evitar ninhos com machos diplóides, o que torna a colmeia fraca e vulnerável. Esse estudo localizou 49 ninhos da espécie *N. testaceicornis*, o que indica que essa população não apresenta

problemas endogâmicos, está plenamente estabelecida e adaptada no ambiente urbano, com boa variabilidade genética na população (patrimônio genético).

Entretanto, a hipótese de no mínimo 40 colônias para garantir a sobrevivência da população das abelhas sem ferrão é válida apenas em condições de estresse elevado, e essa alta quantidade de ninhos é de difícil alcance em ambientes não florestais ou para as espécies raras. Em Meliponinae existe uma inter-relação entre os níveis de estresse e os produtos biológicos durante a fase da embriogênese, que é responsável pela determinação do sexo do novo indivíduo, onde boa qualidade ecológica está relacionado com baixo nível de estresse ambiental e consequente baixo nível de ninhos com machos diplóides (NOGUEIRA-NETO, 2002).

As espécies de abelhas sem ferrão apresentam muitas características distintas na biologia de nidificação, como ninho exposto, entrada críptica, operárias defensoras agressivas, operárias defensoras pairando, altura da entrada do ninho em relação ao solo (ROUBICK, 2006), tráfego de abelhas externas e tamanho populacional dos ninhos, podem facilitar ou dificultar uma real amostragem da diversidade de ninhos de abelhas sem ferrão. Outros tipos de amostragem devem ser utilizados para melhor conhecimento da comunidade e das relações ecológicas populacionais das abelhas sem ferrão em ambiente urbano, onde algumas espécies sobrevivem mesmo expostas ao alto nível de estresse ambiental.

## **Conclusão**

Apesar da ação antrópica e o alto estresse do ambiente urbano, a presença de infraestrutura verde propicia às Meliponinae, habitat, refúgio e pode funcionar como corredor ecológico ligando fragmentos remanescentes. Os Meliponinae mais

generalistas possuem biologia que permite seu pleno estabelecimento em ambiente urbano e essas regiões podem se tornam potenciais locais para a sua conservação, em ambiente fora das áreas protegidas por lei.

## **Agradecimentos**

Agradeço a colaboração de todos que viabilizaram esse trabalho, ao meu orientador Ricardo de Oliveira Orsi, co-orientador Felipe W. Amorim, supervisor Luiz Roberto Hernandez Bicudo, na identificação botânica Heloíza Cassola, na identificação dos Meliponinae Cristiano Menezes e ao Marcos Gomes Nogueira pelo empréstimo do seu laboratório.

## Referências

- ANDERSON, T. K. 2009. Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. *Accident Analysis & Prevention*, v. 41, n. 3, p. 359-364.
- ARAUJO, E. D.; COSTA, M.; CHAUD-NETTO, J. & FOWLER, H. G. 2004. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. *Braz. J. Biol.* [online], vol.64, n.3b, pp. 563-568.
- ALLEN-WARDELL, G. et al. 1998. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conserv Biol*, v. 12, n. 1, p. 8-17, 15.
- ANTONINI, Y. et al. 2013. Richness, composition and trophic niche of stingless bee assemblages in urban forest remnants. *Urban Ecosystems*, v. 16, n. 3, p. 527-541.
- BIESMEIJER, J. C. et al. 2006. Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, v. 313, n. 5785, p. 351-354.
- BROWN, J. C. & ALBRECHT, C. 2001. The effect of tropical deforestation on stingless bees of the genus *Melipona* (Insecta: Hymenoptera: Apidae: Meliponini) in central Rondonia, Brazil. *Journal of Biogeography*, v. 28, n. 5, p. 623-634.
- CANE, J. H. et al. 2006. Complex responses within a desert bee guild (Hymenoptera: Apiformes) to urban habitat fragmentation. *Ecological Applications*, v. 16, n. 2, p. 632-644.
- CAMARGO, J. M. F. & PEDRO, S. R. M. 1992. Systematics, phylogeny and biogeography of the Meliponinae (Hymenoptera, Apidae): a mini-review. *Apidologie*, v. 23, n. 6, p. 509-522.
- CUNHA, A. R. & MARTINS, D. 2009. Classificação Climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Irriga, Botucatu*, v. 14, n. 1, Jan. - Mar., p. 1-11.
- GHAZOUL, J. 2005. Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis. *TRENDS in Ecology and Evolution* Vol.20 No.7 Jul.
- GIANNINI, T.C. et al. 2012. Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil. *Ecological Modelling*, n. 244, p.127– 131.
- GULLAN, P. J. & CRANSTON, P. S. *Os Insetos: um resumo de entomologia*. São Paulo: Roca, 4º ed. 2012.
- HEARD, T. A. 1999. The role of stingless bees in crop pollination. *Annual review of entomology*, v. 44, n. 1, p. 183-206.
- KREMEN, C. et al. 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land- use change. *Ecology Letters*, v. 10, n. 4, p. 299-314.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) 2011. Sinopse do censo demográfico 2010.

- IBGE, Cidades. Disponível em  
<<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=350750>> Acesso em 03/01/2015.
- IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. 2004. Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização.
- IMPERATRIZ FONSECA, V. L.; SARAIVA, A. M. & JONG, D. 2006 Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices / Ribeirão Preto: Holos, Editora, p. 112.
- INOUE, T.; NAKAMURA, K.; SALMAH, S. & ABBAS, I. 1993. Population-dynamics of animals in unpredictably-changing tropical environments. *J. Biosci* 18, p. 425–455.
- KEARNS, C.A. et al. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant–pollinator interactions. *Annual. Rev. Ecol. Syst.* 29, p.83–112.
- KERR, W. E. & R. VENCOVSKI. 1982. Melhoramento genético em abelhas. I. Efeito do número de colônias sobre o melhoramento. *Rev. Brasil. Genet.* 2 : 279-285.
- KEVAN, P. G. 1999. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 74, n. 1, p. 373-393.
- LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP : Editora Plantarum.
- MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and human well-being: health synthesis. Washington, DC: Island Press.
- McINTYRE, N. E. 2000a. Ecology of Urban Arthropods: A Review and a Call to Action. *Annals Of The Entomological Society Of America* Vol. 93, no. 4, p.825-835.
- McINTYRE, N. E.; KNOWLES-YÁNEZ, K. & HOPE, D. 2000b. Urban ecology as an interdisciplinary field: differences in the use of “urban” between the social and natural sciences. *Urban Ecosystems*, v. 4, n. 1, p. 5-24.
- MICHENER, C. D. 1979. Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri botanical Garden*, p. 277-347.
- MICHENER, C. D. 2007. The bees of the world. JHU Press, ed.2.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2006. Bibliografia Brasileira de Polinização e Polinizadores. Série Biodiversidade 16. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria da Biodiversidade e Florestas, 250 p.
- MYERS, N. et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 853-858.
- NIEMELÄ, J. 1999. Is there a need for a theory of urban ecology? *Urban Ecosystems*, v. 3, n. 1, p. 57-65.
- NOGUEIRA-NETO, P. 1997. Vida e Criação de Abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: editora Nogueirapis, p. 445.

- ONU. 2013. Population, Development and the Environment 2013. Disponível em: [http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/development/pde\\_wallchart\\_2013.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/development/pde_wallchart_2013.pdf). Acesso em: 30 jan 2014.
- POTTS, S. G. et al. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology & evolution*, v. 25, n. 6, p. 345-353.
- PEDRO, S.R.M. & CAMARGO, J.M.F. 1999. Apoidea Apiformes. In Biodiversidade do Estado de São Paulo Invertebrados Terrestres. (C.A. Joly, C.E.M. Bicudo, C.R.F. Brandão & E.M. Canello, ed.). São Paulo, v.5, p.193-211.
- PRIMACK, R. B. et al. 2006. *Essentials of conservation biology*. 4ªed., editora Palgrave Macmillan.
- PRIMACK, R. B. & RODRIGUES, E. 2001, *Biologia da conservação*. Londrina.
- RIBEIRO, M. C. et al. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141-1153.
- ROUBICK, D. W. 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, v. 37, p. 124-143.
- SILVEIRA, F. A., MELO, G. A. R. & ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte, p. 253.
- SOUZA, S. G. X. et al. 2005. As abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponina) residentes no campus Federação/Ondina da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. *Candombá-Revista Virtual*, v. 1, n. 1, p. 57-69.
- TAURA, H. M. & LAROCA, S. Abelhas altamente sociais (Apidae) de uma área restrita em Curitiba (Brasil): Distribuição dos ninhos e abundância relativa. *Acta Biológica Paranaense*, v. 20, n. 1-4, p. 85-101.
- TAURA, H. M. & LAROCA, S. 2001 A associação de abelhas silvestres de um biótopo urbano de Curitiba (Brasil), com comparações espaço-temporais: abundância relativa, fenologia, diversidade e exploração de recursos (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biológica Paranaense*, v. 30, n. 1-4, p. 35-137.
- TYRVÄINEN, L. et al. 2005. Benefits and uses of urban forests and trees. In: *Urban forests and trees*. Springer Berlin Heidelberg, p. 81-114.
- TZOULAS, K. et al. 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, n.81, p.167-178.
- VANDERMEULEN, V. et al. 2011. The use of economic valuation to create public support for green infrastructure investments in urban areas. *Landscape and Urban Planning*, v. 103, n. 2, p. 198-206.
- VELEZ-RUIZ, R. I., GONZALEZ, V. H. ENGEL, M. S. 2013. Observations on the urban ecology of the Neotropical stingless bee *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Journal of Melittology*. N. 15, p. 1-8.



WESTRICH, P. 1996. Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats. In: Linnean Society Symposium Series. Academic Press Limited, p. 1-16.

WINFREE, R. et al. 2009. A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. *Ecology*, v. 90, n. 8, p. 2068-2076.

ZANETTE, L. R. S.; MARTINS, R. P. & RIBEIRO, S. P. 2005. Effects of urbanization on Neotropical wasp and bee assemblages in a Brazilian metropolis. *Landscape and Urban Planning*, v. 71, n. 2, p. 105-121.