

ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINI): ASPECTOS  
ECOLÓGICOS E COMPOSIÇÃO DO NICHOS TRÓFICO DE *Tetragonisca*  
*angustula* (Latreille, 1811) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA

**MAIRA COELHO DE MOURA MORAES**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES

SETEMBRO – 2021

ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINI): ASPECTOS  
ECOLÓGICOS E COMPOSIÇÃO DO NICHOS TRÓFICO DE *Tetragonisca  
angustula* (Latreille, 1811) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA

**MAIRA COELHO DE MOURA MORAES**

Tese apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de doutor em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Gaglianone

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

SETEMBRO – 2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

M827 Moraes, Maira Coelho de Moura.

ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE : MELIPONINI) : ASPECTOS ECOLÓGICOS E COMPOSIÇÃO DO NICHOS TRÓFICO DE *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA / Maira Coelho de Moura Moraes. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.

96 f.

Inclui bibliografia.

Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia, 2021.

Orientadora: Maria Cristina Gaglianone.

1. Abelhas eussociais. 2. Floresta Atlântica. 3. Nidificação. 4. Interações ecológicas. 5. Polinizador. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 577

ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINI): ASPECTOS ECOLÓGICOS E COMPOSIÇÃO DO NICHOS TRÓFICO DE *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA

**MAIRA COELHO DE MOURA MORAES**

Tese apresentada ao Centro de Biociências e Biotecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de doutor em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em: 29/09/2021

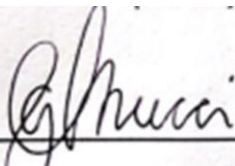
Comissão examinadora:



Dra. Claudia Barbieri Ferreira Mendonça  
(UFRJ)



Dra. Fernanda Helena Nogueira Ferreira  
(UFU)



Dra. Georgina Maria de Faria Mucci  
(FIC/UNIS-CATAGUASES)



Dra. Maria Cristina Gaglianone  
(LCA- UENF) - Orientadora



Governo do Estado do Rio de Janeiro  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

## DECLARAÇÃO

Eu, Marina Satika Suzuki, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPG-ERN) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), seguindo a Resolução CPPG nº2 de 2021, declaro validadas as assinaturas constantes da Folha de Assinaturas da Tese intitulada “**Abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini): Aspectos ecológicos e composição do nicho trófico de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) em área de Mata Atlântica**” de autoria de Maira Coelho de Moura Moraes, defendida no dia 29 de setembro de 2021.

Campos dos Goytacazes, 22 de dezembro de 2021

Marina Satika Suzuki  
Coordenadora PPG-ERN / UENF  
ID. Funcional 641333-1



Documento assinado eletronicamente por **Marina Satika Suzuki, Coordenadora**, em 22/12/2021, às 15:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento nos art. 21º e 22º do [Decreto nº 46.730, de 9 de agosto de 2019](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.fazenda.rj.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=6](http://sei.fazenda.rj.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=6), informando o código verificador **26646640** e o código CRC **AAEC0E2F**.

Referência: Processo nº SEI-260009/002124/2021

SEI nº 26646640

Avenida Alberto Lamego, 2000, - Bairro Pq. Califórnia, Campos dos Goytacazes/RJ, CEP 28013-602  
Telefone: - www.uenf.br

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, e ao Laboratório de Ciências Ambientais – LCA pela oportunidade de pesquisa, ensino e apoio logístico para a realização deste trabalho.

Agradeço à minha orientadora, Dra. Maria Cristina Gaglianone, por todos os ensinamentos, confiança, oportunidades e paciência. Muito obrigada por tudo!

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de doutorado – Código de Financiamento 001. À Reserva Biológica União pelo suporte dado durante o período de estudos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, em especial aos professores Dr. Omar Eduardo Bailez, Dr. Marcelo Trindade Nascimento e Dr. Marcelo Rodrigues Nogueira, pelas orientações e auxílio na definição do projeto final de tese.

Ao Dr. Gabriel A. R. Melo (UFPR) pela identificação das espécies de abelhas sem ferrão.

Às professoras Vânia Esteves e Claudia Barbieri do Museu Nacional/UFRJ pela identificação dos tipos polínicos.

Aos membros da banca avaliadora Dra. Claudia Barbieri, Dra. Georgina Faria Mucci, Dra. Fernanda Helena Nogueira Ferreira, Dr. Guilherme do Carmo Silveira e Dr. Marcelo Trindade Nascimento por terem aceitado o convite.

Aos amigos, Mariana Deprá e Lázaro Carneiro pelo auxílio nas análises estatísticas. Muito Obrigada por tudo!

A amiga Patrícia Marques pela amizade e pela confecção dos Mapas.

A todo o grupo de pesquisa do Setor de Ecologia Experimental do LCA pela amizade, apoio e aprendizados. Muito obrigada amizade e pelo auxílio nas coletas de dados no campo, Anna Hautequestt, Carolina Rabelo, Caíque Barcellos, Ellen Pessoa, Fernanda Del Penho, Marcelita França, Mariana

Deprá, Sônia Guimarães e Wilson Fantini. Um agradecimento especial à Maria de Fátima, amiga querida de todas as horas, obrigada por sua amizade tão preciosa, por todo amor e cuidado comigo.

Agradeço especialmente à minha amiga Vivian Manhães, pelas abdições que fez em sua vida para me auxiliar nas atividades de campo, laboratório e na vida. Muito obrigada por tudo, amiga! Sua amizade fez com que tudo fosse mais fácil.

A amiga Sônia Guimarães por se preocupar comigo e me oferecer oportunidades preciosas. Agradeço imensamente à sua irmã, Nilma, por todas orientações e clareza que tanto me auxiliou nesta fase final. Muito obrigada por tudo!

Ao amigo e técnico Gerson da Purificação, pela amizade e rizadas durante os campos, pelo auxílio na instalação dos pontos amostrais, apoio na logística e coleta de dados.

Ao Júlio Marcos Araújo pelo auxílio nas instalações dos primeiros ninhos-isca, e ao Fábio Guimarães pelo auxílio na confecção das caixas racionais.

Agradeço, acima de tudo, à toda minha família, por todo amor, confiança e apoio incondicional durante essa jornada. À minha mãe pelas incontáveis orações, tão fortes que eu a sentia perto de mim. A minha irmã e ao meu sobrinho, Benício, por entender a minha ausência e por me amar tanto. Às minhas primas Aline, Livia e Ana Carolina que tanto me apoiaram, torceram por mim e nunca me deixou desistir. Às minhas tias Lídia e Liracir por todos ensinamentos e amor ao longo da vida. Á minha avó Margarida, que sempre me apoiou mesmo não entendendo muito bem os desejos do meu coração. Muito obrigada pelas suas bênções, Vó! Amo vocês!

Aos meus sogros, Roberto e Ana Lúcia, minha cunhada Tamires e meu sobrinho Inácio, por compreenderem os motivos da nossa ausência nas datas especiais.

Ao meu marido, pelo amor, companheirismo, parceria, pelos momentos de força e apoio incondicional durante toda nossa jornada.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| LISTA DE TABELAS.....  | viii      |
| LISTA DE FIGURAS.....  | ix        |
| RESUMO.....  | xii       |
| ABSTRACT.....  | xiv       |
| ESTRUTURA GERAL DA TESE.....   | xvi       |
| INTRODUÇÃO GERAL.....  | 17        |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 20        |
| CAPÍTULO 1.....  | 22        |
| <b>NINHOS DE ABELHAS SEM FERRÃO EM SUBSTRATOS NATURAIS E RIQUEZA DE ESPÉCIES EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA</b>   |           |
| <b>1. Introdução.....</b>  | <b>22</b> |
| 1.1 Hipótese.....  | 24        |
| <b>2. Materiais e Métodos.....</b>   | <b>24</b> |
| 2.1 Delineamento amostral e amostragem de ninhos.....  | 24        |
| 2.2 Amostragem de abelhas sem ferrão.....  | 24        |
| 2.3 Análise de Dados.....  | 27        |
| <b>3. Resultados.....</b>  | <b>28</b> |
| 3.1 Ninhos de abelhas sem ferrão.....  | 28        |
| 3.2 Composição de espécies de abelhas sem ferrão.....  | 33        |
| <b>4. Discussão.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>5. Referências bibliográficas.....</b>  | <b>39</b> |
| CAPÍTULO 2.....  | 43        |
| <b>NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SEM FERRÃO EM NINHOS-ISCA E DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE <i>TETRAGONISCA ANGUSTULA</i> (LATREILLE, 1811) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA</b> |           |
| <b>1. Introdução.....</b>  | <b>43</b> |
| 1.1 Hipótese.....  | 46        |
| <b>2. Materiais e Métodos.....</b>   | <b>46</b> |
| 2.1 Área de estudo.....  | 46        |
| 2.2 Delineamento amostral e Coleta de Dados.....   | 47        |



|  |           |
|--|-----------|
| 2.3 Ninhos-isca.....   | 49        |
| 2.4 Desenvolvimento das colônias de <i>Tetragonisca angustula</i> .....                        | 50        |
| 2.5 Caracterização das variáveis ambientais.....   | 53        |
| 2.6 Análise de Dados.....  | 53        |
| <b>3. Resultados.....</b>  | <b>54</b> |
| 3.1 Condições ambientais nos Pontos Amostrais.....   | 54        |
| 3.2 Ocupação de Ninhos-isca.....   | 57        |
| 3.3 Desenvolvimento das Colônias.....  | 60        |
| <b>4. Discussão.....</b>   | <b>64</b> |
| <b>5. Referências bibliográficas.....</b>  | <b>68</b> |
| <b>CAPÍTULO 3.....</b>   | <b>70</b> |
| <b>INTERAÇÕES DE <i>TETRAGONISCA ANGUSTULA</i> COM PLANTAS</b>                                 |           |
| <b>FONTES DE RECURSOS FLORAIS NA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO</b>                                   |           |
| <b>1. Introdução.....</b>  | <b>72</b> |
| 1.1 Hipótese.....  | 74        |
| <b>2. Materiais e Métodos.....</b>   | <b>74</b> |
| 2.1 Manejo das colônias de <i>Tetragonisca angustula</i> e obtenção das amostras de pólen..... | 74        |
| 2.2 Preparação das amostras e montagem das lâminas.....  | 77        |
| 2.3 Análise polínica.....  | 77        |
| 2.4 Análise de Dados.....  | 77        |
| <b>3. Resultados.....</b>  | <b>78</b> |
| <b>4. Discussão.....</b>   | <b>83</b> |
| <b>5. Referências bibliográficas.....</b>  | <b>88</b> |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>94</b> |
| <b>APÊNDICES.....</b>  | <b>95</b> |

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

- Tabela 1. Ninhos de abelhas sem ferrão amostrados em substrato arbóreo, na Reserva Biológica União, estado do Rio de Janeiro, Brasil. As siglas referem-se às trilhas onde os ninhos se localizavam (Int: trilha Interpretativa; Bur: trilha Buracão; TrP: trilha Três Pontes). DAP= diâmetro altura do peito..... **31**
- Tabela 2. Composição de espécies de abelhas sem ferrão amostradas na Reserva Biológica União, estado do Rio de Janeiro, Brasil..... **33**

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1. Temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%), intensidade luminosa média ( $\mu\text{mols}$ ), densidade de árvores metro quadrado, nos 12 pontos amostrais avaliados durante o levantamento das variáveis ambientais em julho de 2018..... **55**
- Tabela 2. Número de ninhos-isca ocupados por abelhas sem ferrão nas trilhas selecionadas durante os períodos chuvoso e seco na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil..... **58**
- Tabela 3. Percentual de ganho ou perda de peso das 12 colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As colônias P1, P2 e P3 estavam alocadas na trilha Três Pontes; P4, P5 e P6 na trilha Buracão; P7, P8 e P9 na trilha lava Pé; e P10, P11 e P12 na trilha Interpretativa..... **63**

### CAPÍTULO 3

- Tabela 1. Data de instalação e data de coleta do material polínico em cada uma das 12 colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas na Reserva Biológica União, RJ, Brasil..... **76**
- Tabela 2. Abundância (Abd), Abundância relativa (%), índice de diversidade e equitabilidade dos tipos polínicos coletados no interior das colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas nos 12 pontos amostrais, na Reserva Biológica União, RJ..... **81**
- Tabela 3. Sobreposição de nicho entre colônias da mesma trilha e generalidade calculadas a partir das interações das 12 colônias de *Tetragonisca angustula* com plantas evidenciadas no material polínico dos potes de alimento de 12 colônias mantidas na Reserva Biológica União, RJ, Brasil..... **83**

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1 - Localização do fragmento de Floresta Ombrófila Densa estudado, na Reserva Biológica União, localizada na região centro-norte Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. As linhas indicam as trilhas estudadas, (A) trilha Lava Pé, (B) trilha Interpretativa, (C) trilha Buracão e (D) trilha Três Pontes; e os losangos indicam a localização dos ninhos de abelhas sem ferrão: (1) *Trigona fuscipennis* Friese, 1900; (2) *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811); (3) *Trigona* sp.; (4) *Trigona braueri* Friese, 1900; (5) *Plebeia droryana* (Friese, 1900); (6) *Scaptotrigona* sp.; (7) *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950; (8) *Scaptotrigona xanthotricha*; (9) *Scaptotrigona xanthotricha*; (10) *Scaptotrigona* sp.; (11) *Scaptotrigona* sp.; (12) *Tetragonisca angustula*; (13) *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804); (14) *Tetragonisca angustula*; (15) *Oxytrigona tataira* (Smith, 1863); (16) *Trigona braueri*; e (17) *Partamona sooretamae* Pedro & Camargo, 2003..... 26

Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal da Rebio União entre setembro de 2017 e fevereiro de 2019. Fonte: Instituto Nacional Meteorológico (INMET)..... 27

Figura 3. Relação entre a altura dos ninhos de abelhas sem ferrão (m) e a altura das árvores (m)..... 32

Figura 4. Média e desvio padrão da altura do ninho de seis espécies de abelhas (Pd = *Plebeia droryana*; Ss = *Scaptotrigona* sp; Sx = *Scaptotrigona xanthotricha*; Ta = *Tetragonisca angustula*; Tf = *Trigona fuscipennis*; Ts = *Trigona* sp.) amostradas na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil..... 32

### CAPÍTULO 2

Figura 1. Localização do fragmento de Floresta Ombrófila Densa estudado, na Reserva Biológica União, região centro-norte Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. As linhas indicam as trilhas estudadas, (A) trilha Lava Pé, (B) trilha Interpretativa, (C) trilha Buracão e (D) trilha Três Pontes; os pontos indicam a localização de instalação dos ninhos-isca; e os quadrados indicam a localização de colônias de *Tetragonisca angustula* (três em cada trilha) mantidas em caixa racional. Org: Patrícia Marques Santos..... 48

Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal da Rebio União entre dezembro de 2016 e outubro de 2018. Fonte: Instituto Nacional Meteorológico (INMET). Linhas destacam a estação chuvosa no período estudado..... 49

Figura 3. Conjunto de ninhos-isca: ninho-isca de 3 L à esquerda e de 5 L à direita da foto..... 50

|  |           |
|--|-----------|
| Figura 4. Colônia de <i>Tetragonisca angustula</i> após a transferência para caixa racional.....   | <b>51</b> |
| Figura 5. Colônia de <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811) instalada no ponto amostral (P1), na trilha Três Pontes, na Reserva Biológica União, RJ, Brasil.....  | <b>52</b> |
| Figura 6. Dendrograma representativo da similaridade (Coeficiente de Bray-Curtis) entre os 12 pontos amostrais com relação às variáveis ambientais descritas na tabela 1.....  | <b>56</b> |
| Figura 7. Análise de componentes principais (PCA) entre os 12 pontos amostrais e as variáveis ambientais analisadas (TM.: Temperatura média; URA: Umidade relativa do ar; e IL: Intensidade luminosa média).   | <b>56</b> |
| Figura 8. Mediana e desvio padrão do número de ocupação de ninhos-isca instalados nas trilhas: Buracão= Bur; Interpretativa= Int; Lava Pé= Lvp; e Três Pontes=Trp, da Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.....   | <b>58</b> |
| Figura 9. Mediana e desvio padrão do número de ocupações de ninhos-isca por abelhas sem ferrão nos meses relativos aos períodos chuvoso e seco, na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.....  | <b>59</b> |
| Figura 10. Média e desvio padrão do número de ocupação de ninhos-isca de 5 L e 3L instalados na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.....   | <b>59</b> |
| Figura 11. Média e desvio padrão do peso (g) de 12 colônias de <i>Tetragonisca angustula</i> instaladas nas trilhas: Buracão= Bur; Interpretativa= Int; Lava Pé= Lvp; e Três Pontes=Trp, da Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.....                         | <b>60</b> |
| Figura 12. Ganho e perda de peso de 12 colônias (P1 a P12) de <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811) mantidas na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, de setembro de 2017 a outubro de 2018. Estação chuvosa: marcação em azul e Estação seca: sem marcação | <b>61</b> |
| Figura 13. Relação entre o peso da colônia (g) (sqrt) e a temperatura média (°C).....  | <b>62</b> |

### CAPÍTULO 3

Figura 1 - Localização do fragmento de Floresta Ombrófila Densa estudado, Reserva Biológica União, localizada na região centro-norte Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. As linhas indicam as trilhas estudadas, (A) Trilha Lava Pé, (B) Trilha Interpretativa, (C) Trilha Buracão e (D) Trilha Três Pontes; os quadrados em azul indicam a localização de colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas em caixa racional. Org: Patrícia Marques Santos..... **75**

Figura 2 Rede quantitativa de interações entre as colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas nas Trilhas Três Pontes (T), Buracão (B), Lava Pé (L) e Interpretativa (I) e os tipos polínicos amostrados nos potes de pólen e descritos na Tabela 2..... **82**

### APENDICES

Apêndice I - Fotomicrografia dos tipos polínicos das famílias identificadas nos potes de pólen em colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas na Reserva Biológica União, RJ, Brasil. 1 - Amaranthaceae; 2 - Amaryllidaceae; 3 - Anacardiaceae; 4 - Apiaceae; 5 - Aquifoliaceae; 6 - Araceae; 7 - Arecaceae; 8 - Asteraceae; 9 - Cactaceae; 10 - Cannabaceae; 11 - Cecropiaceae; 12 - Cyperaceae; 13 - Fabaceae; 14 - Iridaceae; 15 - Leguminosae; 16 - Malpighiaceae; 17 - Meliaceae; 18 - Moraceae; 19 - Phytollacaceae; 20 - Rubiaceae; 21 - Solanaceae; 22 - Ulmaceae..... **95**

## RESUMO

Na Mata Atlântica, as abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini) representam cerca de 70% de todas as abelhas em atividade de forrageamento e desempenham papel fundamental na polinização. As abelhas visitam flores em busca de pólen e néctar, recursos fundamentais para manutenção e desenvolvimento da colônia, e como consequência destas visitas, realizam a polinização. Este estudo teve como objetivo identificar a composição de espécies de Meliponini e seus substratos naturais em uma importante área de preservação de Mata Atlântica. Avaliamos a instalação de colônias nos ninhos-isca e a relação entre as variáveis abióticas e o desenvolvimento das colônias de *Tetragonisca angustula*. Também analisamos as interações desta espécie com as plantas fontes de recursos florais e sua variação espacial, em uma perspectiva de redes ecológicas. Localizamos ninhos de cinco espécies de abelhas sem ferrão nos pontos amostrais selecionados: *Tetragonisca angustula*, *Trigona braueri*, *Trigona gr. fuscipennis*, *Scaptotrigona xanthotricha* e *Plebeia droryana*. Os ninhos foram encontrados em árvores de seis espécies pertencentes a cinco famílias botânicas: *Xylopia sericea* (Annonaceae), *Sparattosperma leucanthum* (Bignoniaceae), *Nectandra lanceolata* (Lauraceae), *Ficus insipida* (Moraceae), *Enterolobium contotissiliquum* (Fabaceae) e *Plathymentia foliosa* (Fabaceae). Identificamos ninhos de outras cinco espécies em locais adjacentes aos pontos amostrais (*Oxytrigona tataira*, *Partamona sooretamae*, *Tetragona clavipes*, *Tetragonisca angustula* e *Trigona braueri*). Além dos ninhos, foram identificadas sobre as flores e em voo 18 espécies de abelhas sem ferrão, pertencentes a 10 gêneros. Os gêneros com maior riqueza de espécies foram *Melipona*, *Partamona*, *Plebeia* e *Trigona*. Vinte e seis ninhos-isca foram ocupados por *T. angustula* e um ninho-isca por *Scaptotrigona xanthotricha*. A ocupação de ninhos-isca no período chuvoso foi maior do que no período seco, e a ocupação foi maior em ninhos-isca de 3 L mantidos em trilhas em estágios iniciais de regeneração. O incremento no peso das colônias de *T. angustula* mostrou uma correlação positiva com a temperatura média do ar, e variou ao longo dos meses de amostragem e durante os períodos seco e chuvoso. Foram identificadas 22 famílias botânicas nas amostras de conteúdo polínico dos potes de alimento nas colônias; dentre

estas fontes, as mais abundantes foram Moraceae (18,61% dos grãos analisados), Cannabaceae (14,64%), Cecropiaceae (11,09%), Solanaceae (9,18%) e Malpighiaceae (7,01%). As famílias menos abundantes foram Apiaceae (0,47%), Amaryllidaceae (0,62%), Arecaceae (0,71%) e Phytolaccaceae (0,9%). As famílias Cannabaceae e Solanaceae destacaram-se também por estarem representadas em todas as trilhas estudadas. Neste estudo, registramos pela primeira vez três famílias botânicas utilizadas como recurso trófico por *T. angustula* na Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro, são estas: Amaryllidaceae, Aquifoliaceae e Iridaceae.

**Palavras-chave:** Abelhas eussociais, floresta atlântica, interações ecológicas, nidificação, polinizador.

## ABSTRACT

In the Atlantic Forest, stingless bees (apidae, meliponini) represent about 70% of all bees in foraging activity and play a fundamental role in pollination. Bees visit flowers in search of pollen and nectar, fundamental resources for the maintenance and development of the colony, and as a result of these visits, they carry out pollination. This study aimed to identify the composition of meliponini species and their natural substrates in an important conservation area of the Atlantic Forest. We evaluated the establishment of colonies in trap-nests and the relationship between abiotic variables and the development of *Tetragonisca angustula* colonies. We also analyzed the interactions of this species with plants that are sources of floral resources and their spatial variation, from an ecological network perspective. We located nests of five species of stingless bees in the selected sampling points: *Tetragonisca angustula*, *Trigona braueri*, *Trigona gr. fuscipennis*, *Scaptotrigona xanthotricha* and *Plebeia droryana*. The nests were found in trees of six species belonging to five botanical families: *Xylopia sericea* (Annonaceae), *Sparattosperma leucanthum* (Bignoniaceae), *Nectandra lanceolata* (Lauraceae), *Ficus insipida* (Moraceae), *Enterolobium contotisiliquum* (Fabaceae) and *Plathymeria foliosa* (Fabaceae). We identified nests of five other species in adjacent locations to the sampling points (*Oxytrigona tataira*, *Partamona sooretamae*, *Tetragona clavipes*, *Tetragonisca angustula* and *Trigona braueri*). In addition to the nests, 18 species of stingless bees belonging to 10 genera were identified on flowers and in flight. The genera with the highest species richness were *Melipona*, *Partamona*, *Plebeia* and *Trigona*. Twenty-six trap-nests were occupied by *T. angustula* and one trap-nest by *Scaptotrigona xanthotricha*. The trap-nests occupation in the rainy season was higher than in the dry season, and the occupation was higher in 3L trap-nests maintained on trails in early stage of forest regeneration. The increase in the weight of *T. angustula* colonies showed a positive correlation with the mean air temperature, and it varied along the sampling months and during the dry and rainy periods. Twenty-two botanical families were identified in the samples of pollen content from food pots in the colonies; among these sources, the most abundant were Moraceae (18.61% of the analyzed grains), Cannabaceae (14.64%), Cecropiaceae (11.09%),



Solanaceae (9.18%) and Malpighiaceae (7.01%). The least abundant families were Apiaceae (0.47%), Amaryllidaceae (0.62%), Arecaceae (0.71%) and Phytolaccaceae (0.9%). The Cannabaceae and Solanaceae families also stood out for being represented in all the studied trails. In this study, we recorded for the first time three botanical families used as trophic resource by *T. angustula* in the Atlantic Forest of the state of Rio de Janeiro, they are: Amaryllidaceae, Aquifoliaceae and Iridaceae.

**Keywords:** Eusocial bees, Atlantic Forest, ecological interactions, nesting, pollinator.

ABELHAS SEM FERRÃO (APIDAE: MELIPONINI): ASPECTOS ECOLÓGICOS E COMPOSIÇÃO DO NICHOS TRÓFICO DE *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA

## ESTRUTURA GERAL DA TESE

Esta tese é composta de:

- (1) **Introdução geral:** Abordagem sobre comunidades de abelhas sem ferrão (Meliponini) na Mata Atlântica
- (2) **Capítulo 1:** Amostragem de ninhos naturais e composição de espécies de abelhas Meliponini na Reserva Biológica União, um fragmento de Floresta Ombrófila Densa no estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil.
- (3) **Capítulo 2:** Nidificação de abelhas sem ferrão em ninho-isca e o desenvolvimento de colônias de *Tetragonisca angustula* na Reserva Biológica União;
- (4) **Capítulo 3:** Interações de *Tetragonisca angustula* com plantas fontes de recursos florais na Reserva Biológica União.
- (5) **Considerações Finais:** Síntese dos resultados e conclusões alcançadas neste trabalho.

## INTRODUÇÃO GERAL

A Mata Atlântica é um dos biomas de maior biodiversidade no mundo. Acredita-se que abrigue de 1 a 8% da biodiversidade mundial e um grande número de espécies endêmicas (Galindo-Leal & Câmara, 2005). Devido ao alto nível de fragmentação, atualmente os remanescentes desse bioma estão restritos a fragmentos com diferentes tamanhos e configurações, com maior concentração nas regiões sul e sudeste do Brasil. O Estado do Rio de Janeiro, originalmente todo coberto por este bioma, possui atualmente 18,7% de remanescentes florestais de Mata Atlântica (Fundação SOS Mata Atlântica; INPE, 2019), sendo a Reserva Biológica União seu maior fragmento de Floresta Ombrófila Densa (Veloso *et al.*, 1991). A floresta atlântica dessa reserva é considerada uma das mais preservadas da região centro-norte fluminense, e ocupa uma área total de 7.756,76 ha (ICMBIO, 2021).

A polinização é um serviço ecológico fundamental para a manutenção dos ecossistemas, e as abelhas são consideradas o grupo mais importante de polinizadores (Wille, 1983; Bawa, 1990). São descritas 20.027 espécies mundialmente (Michener, 2007) e a tribo Meliponini (Hymenoptera: Apidae) contém as espécies conhecidas como “abelhas sem ferrão”, representadas por 520 espécies distribuídas nas regiões tropicais do mundo (Ascher & Pickering, 2020). No Brasil, este grupo é representado por mais de 244 espécies, e são responsáveis pela polinização de 30 a 90% das espécies de plantas em diferentes ecossistemas (Kerr *et al.*, 1996; Michener, 2000; Pedro, 2014).

As abelhas sem ferrão apresentam comportamento eussocial, caracterizado pela divisão de trabalho, cuidado parental da prole, presença de castas e sobreposição de gerações (Wille & Michener, 1973; Winston & Michener, 1977). As colônias destas abelhas podem ser constituídas por centenas a milhares de indivíduos, a depender da espécie (Nogueira-Neto, 1997; Roubik, 1989). A maioria das espécies de Meliponini nidifica em cavidades preexistentes, tais como cavidades em árvores e no solo, fendas de rochas, ninhos ativos ou abandonados de insetos sociais, como vespas, formigas e cupins (Kerr *et al.*, 1996; Camargo, 1970). Além disso, algumas espécies constroem ninhos expostos, sobre galhos de árvores, raízes ou em construções humanas (Nogueira-Neto, 1997).

Um processo comum e conhecido entre as abelhas sem ferrão é a enxameação, um mecanismo natural de multiplicação das colônias, que pode ocorrer quando a colônia-mãe está muito forte, com muitos indivíduos, e não há mais espaço interno para o crescimento da colônia (Nogueira-Neto, 1954; 1997; Roubik, 2006). Esse processo consiste na busca por novos locais para a construção de um novo ninho, e é seguido pelo transporte de própolis, cerume e mel para este novo local (Nogueira-Neto, 1997). O hábito de enxamear e de nidificar em cavidades pré-existentes permite a utilização de ninhos artificiais, conhecidos também por ninhos-isca, em estudos e no manejo de ninhos das abelhas sem ferrão. Os ninhos-isca são construídos com recipientes, caixas, ou outros objetos que permitam a ocupação pela colmeia, simulam locais de nidificação para este grupo de abelhas. Trata-se de uma técnica útil para a captura de enxames aproveitando o processo natural de enxameação (Villas-Boas, 2012).

A maioria das espécies de abelhas sem ferrão produz mel, coleta e armazena pólen nos ninhos. Esses insetos apresentam comportamento de forrageamento generalista em que as abelhas visitam diversas espécies da flora para obterem o alimento, contribuindo para a polinização de muitas espécies vegetais (Pirani & Cortopassi Laurino, 1993; Lima & Rocha, 2012). Com a finalidade de fornecer dados sobre as espécies visitadas pelas abelhas sem ferrão, a metodologia de observações diretas destas abelhas em flor é muito utilizada (Costa & Martins, 2006; Souza *et al.*, 2006; Maia-Silva *et al.*, 2012). Entretanto, essa abordagem metodológica envolve grande esforço amostral em observações *in loco* e pode representar somente um retrato do espectro de fontes de recursos que são utilizados pelas abelhas sem ferrão ao longo do tempo. Por outro lado, o estudo polínico dos recursos utilizados por essas abelhas, amostrados diretamente nas colônias, pode revelar um espectro espacial e temporal, das fontes florais utilizadas por uma espécie (Fidalgo & Kleinert, 2010; Martins *et al.*, 2011).

O uso das técnicas de análises palinológicas em estudos sobre a origem floral dos recursos coletados pelas abelhas é considerado de fundamental importância em estudos na área de ecologia de abelhas (Cortopassi-Laurino & Ramalho, 1988; Ramalho *et al.*, 1990). Através desta técnica, é possível fazer análises qualitativas e quantitativas dos grãos de pólen presentes nas colônias,

identificar as espécies de plantas preferenciais e a constância floral, além de avaliar o comportamento alimentar das abelhas (Silva *et al.*, 2012; Hautequestt *et al.*, 2020).

Considerando a importância das populações de abelhas sem ferrão em áreas florestais da Mata Atlântica, esta tese objetivou identificar a composição de espécies de Meliponini e seus substratos naturais em uma importante área de preservação de Mata Atlântica, cujos resultados estão apresentados no Capítulo 1. No Capítulo 2, caracterizamos o comportamento de nidificação de uma espécie amplamente distribuída, *Tetragonisca angustula*, avaliando a influência do micro-habitat no desenvolvimento de colônias formadas a partir de ninhos-isca. No Capítulo 3, analisamos as interações de *Tetragonisca angustula* com as famílias botânicas amostradas no conteúdo polínico armazenado em potes de alimento, em uma perspectiva de redes ecológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ascher J. S. & Pickering, J. 2020. Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). Disponível em: [https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea\\_species](https://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species). Acesso em: 26 Julho 2021.
- Bawa, K. S. 1990. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21: 399–422. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.21.110190.002151>.
- Camargo, J. M. 1970. Ninhos e biologia de algumas espécies de Meliponídeos (Hymenoptera: Apidae) de região de Porto Velho, Território de Rondônia, Brasil. *Revista de Biologia Tropical*, 16: 207p.
- Cortopassi-Laurino, M. & Ramalho, M. 1988. Pollen harvest by africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes* in São Paulo – Botanical and ecological views. *Apidologie*, 19: 1-24. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:19880101>.
- Costa, A.Y. & Martins, R.P. 2006. Floral preferences of a neotropical stingless bee, *Melipona quadrifasciata* Lepeletier (Apidae:Meliponina) in an urban forest fragment. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 463-471. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000300012>.
- Fidalgo, A.O. & Kleinert, A.M.P. 2010. Floral Preferences and Climate Influence in Nectar and Pollen Foraging by *Melipona rufiventris* Lepeletier (Hymenoptera: Meliponini) in Ubatuba, São Paulo State, Brazil. *Neotropical Entomology*, 39: 879-884. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600005>.
- Fundação SOS Mata Atlântica; INPE. 2019. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período 2017-2018*. Relatório Técnico. São Paulo. 35p.
- Galindo-Leal, C. & Câmara, I. G. 2005. *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. Fundação SOS Mata Atlântica – Belo Horizonte: Conservação Nacional. 472p.
- Hautequestt, A. P., Deprá, M. S., Gonçalves-Esteves, V., Mendonça, C. B. F. & Gaglianone, M. C. 2020. Pollen load spectrum of tomato pollinators. *Neotropical Entomology*, 4: 491-500. DOI:10.1007/s13744-020-00786-7.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. 2021. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Portal do Governo Brasileiro. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/unidades-de-conservacao-mata-atlantica/2144-rebio-uniao>. Acesso em: 24 abril 2021.
- Kerr, W. E.; Carvalho, G. A. & Nascimento, V. A. 1996. *Abelha Uruçu: biologia, manejo e conservação*. Acangaú, Belo Horizonte, 144p.
- Lima, M. C. & Rocha, S. L. 2012. *Efeitos dos agrotóxicos sobre as abelhas silvestres no Brasil: proposta metodológica de acompanhamento*. Brasília, DF: Ibama. 88 p.
- Maia-Silva; Silva, C.I. da; Hrcir, M.; Queiroz, R.T. de & Imperatriz-Fonseca, V.L. 2012. *Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga*. Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão. 99p. Disponível em: [http://www.semabelhasalimenta.com.br/wp-content/uploads/2015/02/livro\\_203.pdf](http://www.semabelhasalimenta.com.br/wp-content/uploads/2015/02/livro_203.pdf). Acesso em: 01 abril 2017.

- Martins, A.C.L.; Rêgo, M.M.C.; Carreira, L.M.M. & Albuquerque, P.M.C. de. 2011. Espectro polínico de mel de tiúba (*Melipona fasciculata* Smith, 1854, Hymenoptera, Apidae). *Acta Amazonica*, 41, 183-190. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000200001>.
- Michener, C. D. 2007. *The bees of the word* (2a ed.). Johns University Press, Baltimore, United States of America, 992p.
- Michener, C.D. 2000. *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 952p.
- Nogueira-Neto, P. 1954. Notas bionômicas sobre meliponíneos III – sobre a enxameagem. *Arquivos do Museu Nacional*, 42: 419-452.
- Nogueira-Neto, P. 1997. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. Nogueirapis, São Paulo, 447p.
- Pedro, S. R. M. 2014. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*, 64: 348-354. DOI:10.13102/sociobiology.v61i4.348-354.
- Pirani, J.R. & Cortopassi-Laurino, M. 1993. *Flores e abelhas em São Paulo*. São Paulo: Edusp/Fapesp, 192p.
- Ramalho, M.; Kleinert-Giovannini, A. & Imperatriz-Fonseca, V.L. 1990. Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats – a review. *Apidologie*, 21: 469-488. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:19900508>.
- Roubik, D. W. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge, Cambridge University, 514p.
- Roubik, D. W. 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, 37, 124–143. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2006026>.
- Silva, C.I.; Maia-Silva, C.; Santos, F.A.R. & Bauermann, S.G. 2012. O uso da palinologia como ferramenta em estudos sobre ecologia e conservação de polinizadores no Brasil. 369-383. In: Imperatriz-Fonseca, V.L.; Canhos, D.A.L.; Alves, DA. & Saraiva, A.M. *Polinizadores no Brasil: Contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais*. Edusp. 488p.
- Souza, B. de A.; Carvalho, C.A.L. de; Alves, R.M. de O.; Dias, C. de S; Steiner, J.; Harter-Marques, B.; Zillikens, A. & Feja, E. P. 2006. Bees of Santa Catarina Island, Brazil: a first survey and checklist (Insecta: Apoidea). *Zootaxa* 1220: p. 1-18.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro, IBGE. 124p.
- Villas-Boas, J. 2012. *Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão*. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 96p.
- Wille, A. 1983. Biology of stingless bees. *Annual Review of Entomology*, 28: 41-64. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.28.010183.000353>.
- Wille, A. & Michener, C. D. 1973. The nest architecture of stingless bees with special reference to those of Costa Rica (Hymenoptera: Apidae). *Revista de Biologia Tropical*, 21: 3–278.
- Winston, M. L. & Michener, C. D. 1977. Dual origin of highly social behavior among bees. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States America*, 74: 135-37.

## CAPÍTULO 1

### NINHOS DE ABELHAS SEM FERRÃO EM SUBSTRATOS NATURAIS E RIQUEZA DE ESPÉCIES EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA

#### 1. Introdução

A tribo Meliponini (Hymenoptera, Apidae), popularmente conhecida como “abelhas sem ferrão”, é representada por 520 espécies, pertencentes a 33 gêneros, distribuídas pelas regiões tropicais do Mundo (Camargo & Pedro, 2013; Ascher & Pickering, 2020). No Brasil, este grupo é representado por 244 espécies, distribuídas em 29 gêneros, e são responsáveis pela polinização de 30 a 90% das espécies de plantas em diferentes ecossistemas (Kerr *et al.*, 1996; Michener, 2000; Ascher & Pickering, 2020; Pedro, 2014). Na Mata Atlântica, as abelhas sem ferrão representam cerca de 70% de todas as abelhas em atividade de forrageamento, e desempenham papel fundamental na polinização das plantas nos ecossistemas deste bioma (Ramalho, 2004; Monteiro & Ramalho, 2010). Aproximadamente 35% dos 19 táxons de abelhas sem ferrão mais manejados no Brasil, e que apresentam elevada importância para o ecossistema e interesse de conservação, estão em listas federais e estaduais de espécies ameaçadas (Dos Santos *et al.*, 2021).

As abelhas sem ferrão possuem comportamento eussocial, com colônias constituídas por centenas a milhares de indivíduos, a depender da espécie (Nogueira-Neto, 1997; Roubik, 1989). Geralmente, quando um ninho está muito forte, com alta densidade populacional, e não há mais espaço interno para o crescimento, os meliponíneos formam novos ninhos através do processo de enxameação (Nogueira-Neto, 1954; 1997; Roubik, 2006). Após a escolha do local, as operárias iniciam a construção do novo ninho; limpam o ambiente escolhido, recobrem as frestas com cerume e/ou resina e constroem a estrutura de entrada, com materiais provenientes da colônia-mãe (Inoue *et al.*, 1984; Van Veen & Sommeijer, 2000). Esta relação de dependência entre a colônia-mãe e a colônia-filha pode durar dias até alguns meses, de acordo com a disponibilidade de recursos e dependendo da espécie (Van Veen & Sommeijer, 2000; Oliveira *et al.*, 2012). Por este motivo, a dispersão a longas



distâncias limita o número de locais passíveis de serem colonizados (Roubik, 2006; Michener, 2007). Este comportamento de nidificação tem forte impacto sobre a estrutura populacional deste grupo, e pode ter tido um papel evolutivo importante para alta diversidade de espécies (Brito & Arias, 2010).

Além da disponibilidade de recursos florais, a existência de substratos para nidificação é um dos fatores que podem limitar a densidade de ninhos e riqueza de espécies nas comunidades de abelhas sem ferrão (Silva *et al.*, 2013). Os hábitos de nidificação são muito diversos entre os Meliponini. A maioria das espécies precisam de cavidades preexistentes para a construção dos ninhos, como ocos arbóreos, cavidades subterrâneas abandonadas por outros insetos, como formigas e cupins, fendas de rochas, ninhos ativos ou abandonados de insetos sociais, enquanto algumas espécies fazem ninhos total ou parcialmente expostos sobre galhos de árvores, raízes ou em construções humanas (Kerr *et al.*, 1996; Camargo, 1970; Nogueira-Neto, 1997; Batista *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2013). Mesmo entre espécies estreitamente relacionadas, o hábito de nidificação não parece seguir relações evolutivas (Grüter, 2020). Por exemplo, as cavidades utilizadas pelo gênero *Tetragonisca* diferem entre as espécies: *Tetragonisca buchwaldi* (Friese, 1925) constrói ninhos no solo, *Tetragonisca fiebrigi* (Schwarz, 1938) e *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) constroem ninhos em ocos arbóreos e *Tetragonisca weyrauchi* Schwarz, 1943 constrói ninhos aéreos (Wille, 1966; Nogueira-Neto, 1997; Cortopassi-Laurino & Nogueira-Neto, 2003).

Muitas espécies de abelhas sem ferrão nidificam preferencialmente em cavidades presentes em árvores com maior diâmetro, e este fator, juntamente com a quantidade de substratos disponíveis, pode limitar a nidificação (Hubbell & Johnson, 1977; Eltz *et al.*, 2003; Samejima *et al.*, 2004; Batista *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2013). Os estudos apontam que existe um limite mínimo para o volume da cavidade, mas não um volume máximo (Hubbell & Johnson, 1977; Eltz *et al.*, 2003). Os requisitos de tamanho da cavidade são particulares entre espécies, e podem variar de 0,1 L (por exemplo, *Plebeia minima* (Gribodo, 1893)), a 30 L (por exemplo, *Cephalotrigona zexmeniae* (Cockerell, 1912)), até o volume de 300 L (por exemplo, a abelha Asiática, *Lophotrigona canifrons*) (Roubik, 1983; Inoue *et al.*, 1993). No caso de cavidades muito grandes, as abelhas podem limitar o espaço interno do ninho construindo camadas de

proteção bem rígidas, utilizando-se do batume, resina, barro, fezes ou material vegetal (Michener, 1974; Wille, 1983).

O objetivo deste estudo foi identificar a composição de espécies de Meliponini e seus substratos naturais em uma importante Reserva Biológica na Mata Atlântica.

## **1.1 Hipótese**

Assumimos que a disponibilidade de cavidades em árvores varia entre diferentes áreas estudadas. As áreas que sofreram poucos danos antrópicos apresentarão possivelmente um maior número de árvores com cavidades para nidificação, pois possuem árvores com troncos maiores e mais velhos. Desse modo, se a disponibilidade de cavidades é importante para a nidificação das abelhas sem ferrão, nossa hipótese é que a composição da comunidade de abelhas sem ferrão responde a variações nas características vegetacionais distintas. Sendo assim, esperamos que a riqueza de espécies de abelhas e a abundância de ninhos sejam maiores em áreas mais preservadas, com dossel mais fechado e árvores mais antigas (Hubbell & Johnson, 1977; Eltz *et al.*, 2003; Samejima *et al.*, 2004; Batista *et al.*, 2003, Silva *et al.*, 2013).

## **2.1 Materiais e Métodos**

### **2.2 Delineamento Amostral e amostragem de ninhos**

A amostragem de ninhos de abelhas sem ferrão em substratos naturais foi realizada nos meses de julho de 2018 (período seco) e fevereiro de 2019 (período chuvoso), ao longo de quatro trilhas selecionadas, já existentes na Reserva Biológica União (Rebio União) (Figura 1). As trilhas permitem o trânsito de pessoas e eventualmente de veículos e variaram entre 4 e 10 m de largura. As amostragens ocorreram em dias com condições atmosféricas adequadas às atividades de forrageamento das abelhas, isto é, das 08 h às 16 h, em dias ensolarados com temperaturas acima dos 20 °C (Teixeira & Campos, 2005). Foram percorridos 276.600 m<sup>2</sup> nas quatro trilhas, sendo que a trilha Lava Pé (49.800 m<sup>2</sup>), trilha Interpretativa (55.400 m<sup>2</sup>) e trilha Buracão

(62.600 m<sup>2</sup>) foram percorridas em sua totalidade, enquanto a trilha Três Pontes (108.800 m<sup>2</sup>), foi percorrida até cerca da metade. Todas as árvores com circunferência à altura do peito (CAP) maior que 30 cm e localizadas a até 10 m das laterais das trilhas, raízes expostas das árvores e o solo foram cuidadosamente vistoriados a olho nu ou com auxílio de binóculos buscando sinais de um possível ninho. Os sinais observados foram: o fluxo de entrada e saída de abelhas; tubos de entrada construídos com cera, resina ou batume; ou até o próprio ninho, no caso de ninhos expostos.

Todos os ninhos encontrados tiveram a localização georreferenciada. O substrato de ocupação foi identificado, a altura e o CAP das árvores, e a altura do ninho em relação ao solo, foram medidas ou estimadas em árvores muito altas. Foram coletadas, quando possível, 10 abelhas de cada ninho para identificação taxonômica, e os espécimes estão depositados na Coleção de Insetos Polinizadores da UENF, localizada no Setor de Ecologia Experimental do Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF.

Para a caracterização da área quanto à densidade de árvores, as quatro trilhas foram percorridas na mesma totalidade e metodologia adotada para a localização dos ninhos de abelhas sem ferrão em substratos naturais. Foram contabilizadas todas as árvores com circunferência à altura do peito (CAP) maior que 30 cm localizadas a até 10m das laterais de cada trilha em direção ao interior da mata.

Os dados climáticos de temperatura e precipitação pluviométrica, referentes ao período de estudo, foram obtidos através do banco de dados da estação meteorológica de Macaé-RJ, localizada a 27 km da área da ReBio União (INMET). A precipitação foi de 344,2 mm de setembro a dezembro de 2017 (769 mm no ano de 2017); 1.382 mm em 2018, cujos meses de maior precipitação foram março e novembro (217,40 mm e 288,80 mm, respectivamente); e 233 mm de janeiro a fevereiro de 2019 (1537 mm no ano de 2019) (Figura 2). As temperaturas médias nos meses de estudo estão apresentadas na Figura 2.

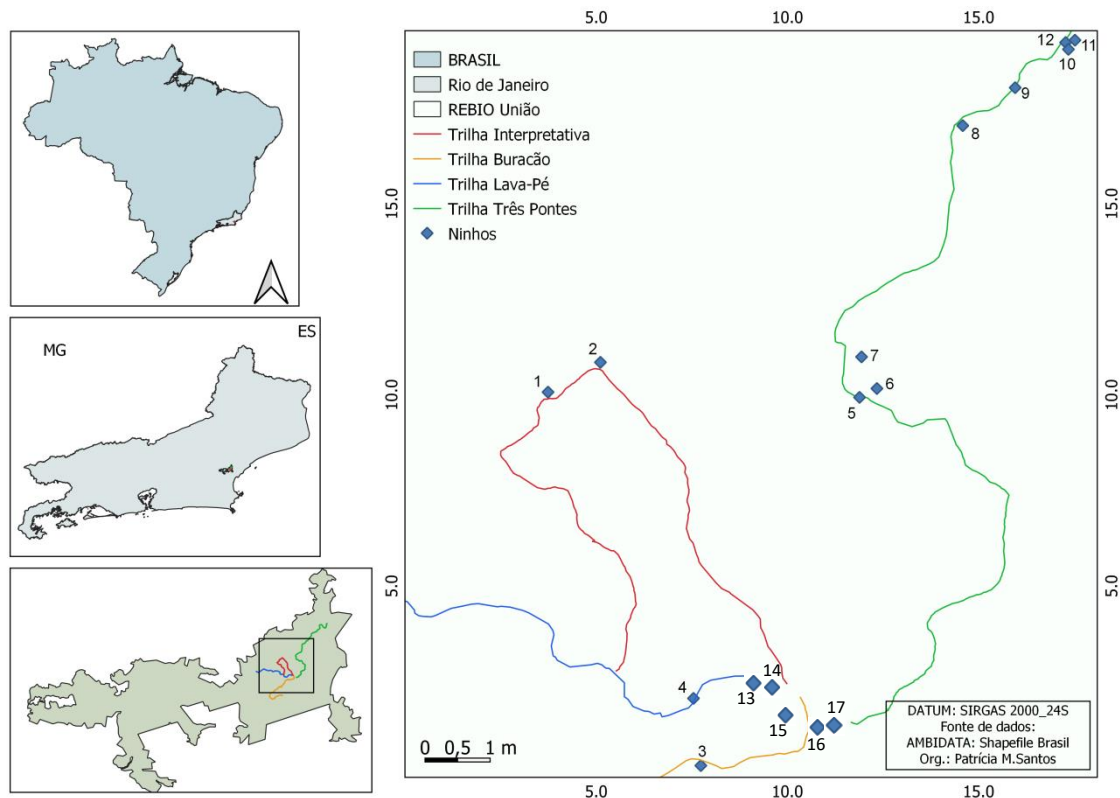


Figura 1 - Localização do fragmento de Floresta Ombrófila Densa estudado, na Reserva Biológica União, localizada na região centro-norte Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. Os losangos indicam a localização dos ninhos de abelhas sem ferrão: (1) *Trigona fuscipennis* Friese, 1900; (2) *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811); (3) *Trigona* sp.; (4) *Trigona braueri* Friese, 1900; (5) *Plebeia droryana* (Friese, 1900); (6) *Scaptotrigona* sp.; (7) *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950; (8) *Scaptotrigona xanthotricha*; (9) *Scaptotrigona xanthotricha*; (10) *Scaptotrigona* sp.; (11) *Scaptotrigona* sp.; (12) *Tetragonisca angustula*; (13) *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804); (14) *Tetragonisca angustula*; (15) *Oxytrigona tataira* (Smith, 1863); (16) *Trigona braueri*; e (17) *Partamona sooretamae* Pedro & Camargo, 2003.

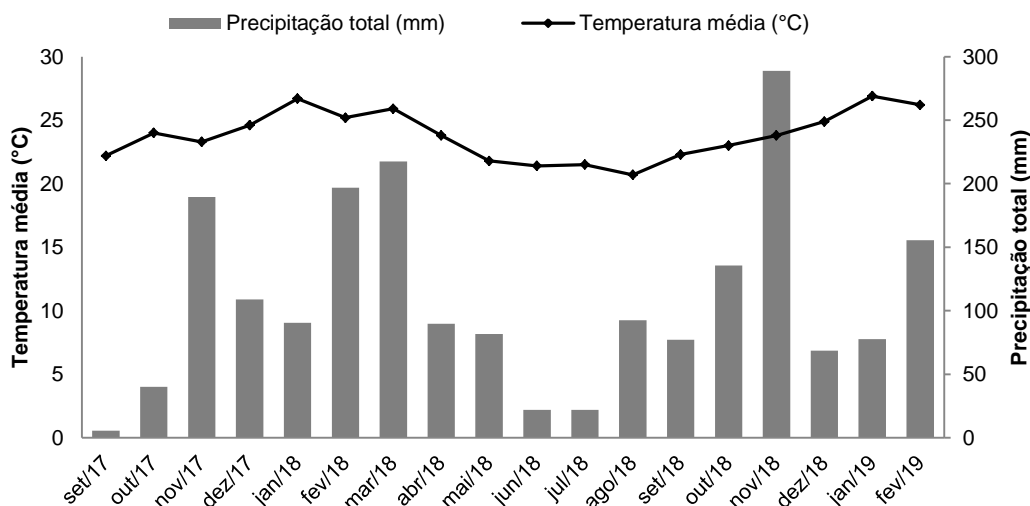


Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal da Rebio União entre setembro de 2017 e fevereiro de 2019. Fonte: Instituto Nacional Metereológico (INMET).

### 2.3 Amostragem de abelhas sem ferrão

Durante os meses de setembro de 2017 a outubro de 2018 foram realizadas coletas mensais de abelhas sem ferrão em voo e sobre flores, em transectos delimitados ao longo de 500 m nas quatro trilhas selecionadas. As trilhas foram percorridas por dois coletores, durante cerca de duas horas em cada mês, entre 07 h e 17 h, somando 96 horas de amostragem (24 horas em cada trilha). As abelhas foram capturadas com rede entomológica durante a visita em flores, em voo ou coletando material no solo, e armazenadas em câmara mortífera contendo acetato de etila. Coletas esporádicas foram realizadas em locais considerados de grande atração para as abelhas, como uma estrada que dá acesso à trilha Três Pontes, às margens de uma área de restauração e coletas focais em plantas muito floridas como um indivíduo de *Eugenia uniflora* L. (pitangueira) em agosto de 2019, na área próxima da sede da ReBio União. As abelhas sem ferrão amostradas foram identificadas pelo Dr. Gabriel A. R. Melo e os espécimes estão depositados na Coleção de Insetos Polinizadores da UENF, localizada no Setor de Ecologia Experimental do LCA/UENF.

## 2.4 Análise de Dados

A relação entre a altura dos ninhos e a altura das árvores foi analisada através de regressão linear. Uma vez que a variável resposta não cumpriu os pressupostos de normalidade, foi utilizada uma transformação em raiz quadrada. Para avaliar se a altura dos ninhos difere entre as espécies de abelhas sem ferrão, foi utilizada análise de variância (ANOVA *one way*). A validação dos modelos foi feita com as funções *boxcox* e *gvlma* dos pacotes R MASS (Venables e Ripley) e *gvlma* (Pena & Slate, 2006), respectivamente. Essas análises foram realizadas utilizando o Programa R (R Development Core Team 2010).

## 3. Resultados

### 3.1 Ninhos de abelhas sem ferrão

Doze ninhos de cinco espécies de abelhas sem ferrão foram identificados ao longo das quatro áreas estudadas: *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811), *Trigona braueri* Friese, 1900, *Trigona gr. fuscipennis*, *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950 e *Plebeia droryana* (Friese, 1900) (Figura 1; Tabela 1). O ninho de *Trigona braueri* foi encontrado no solo, provavelmente em um termiteiro inativo. Quatro ninhos, localizados em alturas acima de cinco metros não puderam ser identificados em nível de espécie, mas os respectivos gêneros, *Trigona* e *Scaptotrigona*, foram identificados a partir da estrutura de entrada do ninho.

Os ninhos de abelhas sem ferrão foram encontrados em árvores de seis espécies pertencentes a cinco famílias botânicas: *Xylopia sericea* St. Hill. (Annonaceae), *Sparattosperma leucanthum* (Vell.) K. Schum. (Bignoniaceae), *Nectandra lanceolata* Nees & Mart (Lauraceae), *Ficus insipida* Willd. (Moraceae), *Enterolobium contotisiliquum* (Vell.) Morong. (Fabaceae) e *Plathymenia foliosa* Benth. (Fabaceae) (Tabela 1). As espécies utilizadas como substrato para nidificação mais frequente foi *N. lanceolata* (N=3) com 27,27% do total de ninhos, seguido de *S. leucanthum* (N=2) com 18,18%.

O ponto amostral com maior densidade de ninhos de abelhas sem ferrão foi a trilha Três Pontes com oito ninhos (0,74 ninho/ha), seguido da trilha Interpretativa com dois ninhos (0,36 ninho/ha) e trilha Lava Pé (0,20 ninho/ha) e trilha Buracão (0,16 ninho/ha) com um ninho cada. Na trilha Três Pontes, foi localizado um ninho a cada 74,75 árvores, a maior densidade encontrada por árvore amostrada (CAP>30 cm), aproximadamente.

A densidade de árvores com o CAP > 30 cm foi de 0,018/ha na trilha Três Pontes (N=598) (P1, P2 e P3); 0,092/ha na trilha Lava Pé (N=54); 0,013/ha na trilha Interpretativa (N=411) e 0,015/ha na trilha Buracão (N= 422).

O diâmetro (CAP) das árvores utilizadas pelas abelhas variou entre 87cm e 10 m (Dp= 2,73; N=9) (Tabela 1). Mais de 90% das colônias nidificaram em árvores com o CAP maior do que um metro. A árvore com o menor CAP (0,87 cm) estava abrigando um ninho aéreo de *Trigona* sp. Os maiores diâmetros das árvores situaram-se entre 1,45 e 2,50 m. O maior diâmetro foi registrado em uma árvore de *Ficus insipida* (10 m), e abrigava dois ninhos de *Scaptotrigona* sp. e um ninho de *T. angustula*.

A altura das árvores variou entre 18 e 24 m (média= 20,72 m, N=11). As abelhas sem ferrão na área de estudo constroem ninhos tanto na base dos troncos (*P. droryana*; 0,13 m) como em alturas maiores (*Trigona* sp.; 11 m), (média= 5,15 m, N=11). A altura das árvores mostrou uma correlação positiva e significativa com a altura dos ninhos ( $R^2=0,7$ ;  $p<0,001$ ) (Figura 3). A altura dos ninhos apresentou diferença estatisticamente significativa entre as espécies de abelhas nidificantes ( $F=5,69$ ;  $p=0,039$ ) (Figura 4).

Identificamos ninhos de outras cinco espécies de abelhas sem ferrão localizadas em árvores fora das trilhas selecionadas. Estes ninhos foram amostrados em áreas de convivência e circulação na sede da ReBio União. As espécies identificadas foram: *Oxytrigona tataira* (Smith, 1863), *Partamona sooretamae* Pedro & Camargo, 2003, *Tetragona clavipes* (Fabricius, 1804) *Tetragonisca angustula* e *Trigona braueri*, (Figura 1). Os ninhos de *Trigona braueri* e *Partamona sooretamae* estavam localizados em troncos cortados em área de restauração próxima à trilha Três Pontes. A entrada do ninho de *P. sooretamae* estava localizada a 70 cm do solo e não foi observada associação com cupinzeiros, comum às abelhas deste gênero (Camargo, 1980; Camargo & Pedro, 2003). Um ninho de *Oxytrigona tataira* foi encontrado em um tronco

caído próximo à trilha Buracão, e aproximadamente dois meses após a queda essa colônia não sobreviveu; os ninhos de *Tetragonisca angustula* e *Tetragona clavipes* foram encontrados próximos às áreas de circulação e convivência na sede da Rebio União.



Tabela 1. Ninhos de abelhas sem ferrão amostrados em substrato arbóreo, na Reserva Biológica União, estado do Rio de Janeiro, Brasil. As siglas referem-se às trilhas onde os ninhos se localizavam (Int: trilha Interpretativa; Bur: trilha Buracão; TrP: trilha Três Pontes). DAP=diâmetro acima do peito

| Local | Espécie abelha                    | Altura<br>ninho (m) | Família      | Espécie árvore                       | DAP<br>(m) | Altura<br>árvore (m) |
|-------|-----------------------------------|---------------------|--------------|--------------------------------------|------------|----------------------|
| Int   | <i>Trigona fuscipennis</i>        | 5,30                | Leguminosae  | <i>Plathymenia foliolosa</i>         | 2,38       | 20                   |
| Int   | <i>Tetragonisca angustula</i>     | 1,15                | Bignonoaceae | <i>Sparattosperma leucanthum</i>     | 1,02       | 18                   |
| Bur   | <i>Trigona</i> sp.*               | 11                  | Annonaceae   | <i>Xylopia sericea</i>               | 0,87       | 22                   |
| TrP   | <i>Scaptotrigona</i> sp.*         | 10                  | Lauraceae    | <i>Nectandra lanceolata</i>          | 1,10       | 22                   |
| TrP   | <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> | 0,60                | Leguminosae  | <i>Enterolobium contortisiliquum</i> | 1,45       | 18                   |
| TrP   | <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> | 0,98                | Lauraceae    | <i>Nectandra lanceolata</i>          | 1,49       | 18                   |
| TrP   | <i>Tetragonisca angustula</i>     | 5,50                | Moraceae     | <i>Ficus insipida</i>                | 10         | 24                   |
| TrP   | <i>Scaptotrigona</i> sp.*         | 8,5                 | Moraceae     | <i>Ficus insipida</i>                | 10         | 24                   |
| TrP   | <i>Scaptotrigona</i> sp.*         | 9,5                 | Moraceae     | <i>Ficus insipida</i>                | 10         | 24                   |
| TrP   | <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> | 4                   | Lauraceae    | <i>Nectandra lanceolata</i>          | 2,50       | 20                   |
| TrP   | <i>Plebeia droryana</i>           | 0,13                | Bignonoaceae | <i>Sparattosperma leucanthum</i>     | 1,12       | 18                   |

\*Ninhos não identificados a nível de espécie.

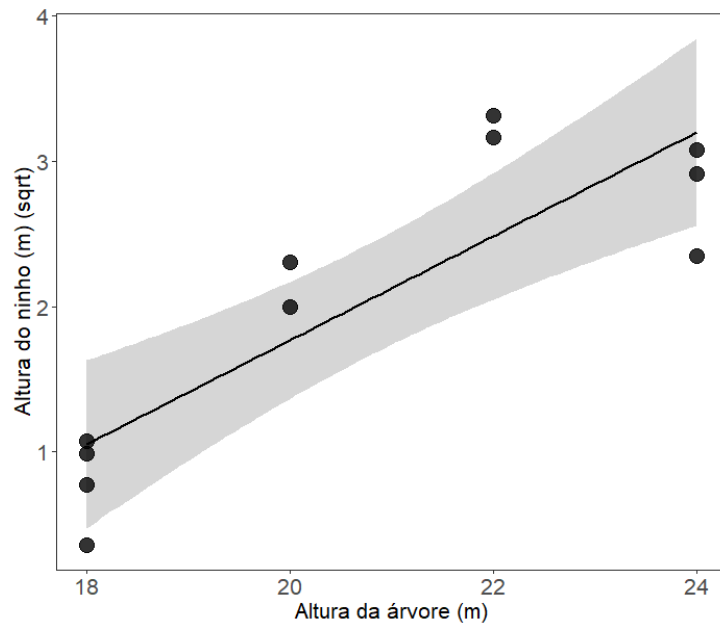


Figura 3. Relação entre a altura dos ninhos de abelhas sem ferrão (m) e a altura das árvores (m).

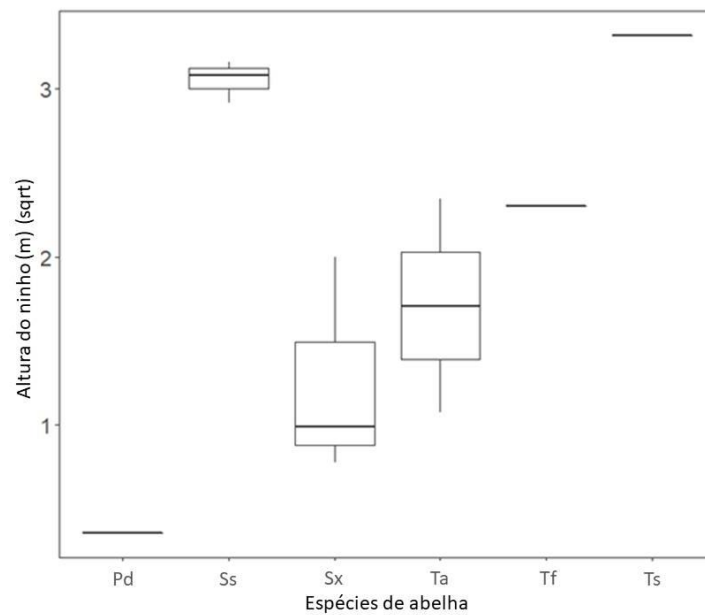


Figura 4. Média e desvio padrão da altura do ninho de seis espécies de abelhas (Pd = *Plebeia droryana*; Ss = *Scaptotrigona* sp; Sx = *Scaptotrigona xanthotricha*; Ta = *Tetragonisca angustula*; Tf = *Trigona fuscipennis*; Ts = *Trigona* sp.) amostradas na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

### 3.2 Composição de espécies de abelhas sem ferrão

Foram identificadas sobre as flores ou em voo 18 espécies de abelhas sem ferrão, pertencentes a 10 gêneros (Tabela 2), em uma área total de 2 ha. Das 18 espécies, 77% se encontram em listas de status de conservação e ameaça de extinção. Entre os gêneros, os mais ricos em espécies foram *Melipona* (17% das espécies), *Partamona* (17%), *Plebeia* (17%) e *Trigona* (17%), com três espécies cada. Os maiores números de registros de abelhas sem ferrão foram feitos na Trilha Três Pontes (41% dos registros), seguido da sede (32%), restauração (14%), Trilha Buracão e Trilha interpretativa (5% cada) e Trilha Lava pé (3%).

Tabela 2. Composição de espécies de abelhas sem ferrão amostradas na Reserva Biológica União, estado do Rio de Janeiro, Brasil

| Espécie   | Status de conservação*  | Área        | Substrato                |
|---|-------------------------|-------------|--------------------------|
| <i>Melipona bicolor</i> Lepeletier, 1836          | EN (PR, RS);<br>VU (SC) | Sede        | <i>Eugenia uniflora</i>  |
| <i>Melipona mondury</i> Smith, 1863               | VU (SC);<br>CR (PR)     | Sede        | <i>Eugenia uniflora</i>  |
|   |                         | Três Pontes | Morta no solo            |
|   |                         | Três Pontes | Coletando areia/barro    |
|   |                         | Buracão     | Morta no solo            |
|   |                         | Sede        | <i>Eugenia uniflora</i>  |
| <i>Melipona quadrifasciata</i> Lepeletier, 1836   | EN (RS)                 | Sede        | <i>Eugenia uniflora</i>  |
|   |                         | Três Pontes | Coletando areia/barro    |
| <i>Oxytrigona tataira</i> (Smith, 1863)           | VU (PR)                 | Sede        | Ninho (Poste de energia) |
|   |                         | Buracão     | Ninho em árvore caída    |
| <i>Paratrigona subnuda</i> Moure, 1947            | LC                      | Sede        | <i>Eugenia uniflora</i>  |
| <i>Partamona helleri</i> (Friese, 1900)           | LC                      | Sede        | <i>Eugenia uniflora</i>  |
| <i>Partamona</i> cfr. <i>helleri</i>              | LC                      | Três Pontes | Coletando areia/barro    |
| <i>Partamona sooretamae</i> Pedro & Camargo, 2003 | NT                      | Restauração | Ninho arbóreo            |
| <i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)            | LC                      | Três Pontes | Arecaceae                |
|   |                         | Três Pontes | Ninho arbóreo            |
| <i>Plebeia droryana</i> auct.                     | LC                      | Três Pontes | Arecaceae                |
|   |                         | Três Pontes | Ninho arbóreo            |
| <i>Plebeia poecilochroa</i> Moure & Camargo, 1993 | DD                      | Três Pontes | Suor                     |
| <i>Scaptotrigona xanthotricha</i> Moure, 1950     | VU (PR); LC             | Três Pontes | Ninho arbóreo            |
|   |                         | Sede        | <i>Eugenia uniflora</i>  |

|  |             |                |                          |
|--|-------------|----------------|--------------------------|
| <i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepeletier, 1836) | VU (PR); LC | Sede           | <i>Eugenia uniflora</i>  |
| <i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)          | LC          | Restauração    | <i>Byrsonima sericea</i> |
| <i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)      | LC          | Sede           | Ninho arbóreo            |
|  |             | Interpretativa | Ninho arbóreo            |
| <i>Trigona braueri</i> Friese, 1900                  |             | Três Pontes    | Ninho arbóreo            |
|  |             | Restauração    | <i>Byrsonima sericea</i> |
| <i>Trigona gr. fuscipennis</i>                       |             | Lava Pé        | Ninho no solo            |
|  |             | Três Pontes    | Em voo                   |
| <i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)            |             | Restauração    | <i>Byrsonima sericea</i> |
|  |             | Interpretativa | Ninho arbóreo            |
|  |             | Três Pontes    | Arecaceae                |
|  |             | Três Pontes    | <i>Byrsonima sericea</i> |
|  |             | Sede           | <i>Eugenia uniflora</i>  |
|  |             | Restauração    | <i>Byrsonima sericea</i> |
|  |             | Três Pontes    | Arecaceae                |

\*Adaptado de Dos Santos *et al.* (2021) entre as espécies atualmente presentes em listas oficiais de conservação estadual e federal. A lista de status de conservação das espécies segue o padrão da IUCN, União Internacional para Conservação da Natureza, e são classificadas como: VU (vulnerável), EN (Em perigo), e CR (Criticamente em perigo). Fontes das listas de espécies ameaçadas: Federal (BRA: Brasil) – ICMBio (2018); Estados brasileiros (BA: Bahia, SC: Santa Catarina, ES: Espírito Santo, MG: Minas Gerais, PR: Paraná, RS: Rio Grande do Sul) disponíveis em <https://institutolife.org/prioridades-life-brasil/?lang=en>. Também analisamos a Lista vermelha do livro vermelho de fauna brasileira ameaçada de extinção 2018 do ICMBio, e as espécies são classificadas como: LC (Pouco preocupante, DD (Dados insuficientes) e NT (Quase ameaçada), disponível em: <https://specieslist.sibbr.gov.br/speciesListItem/list/drt1572557301581?q=melipona&offset=10&max=10&sort=itemOrder>.

#### 4. Discussão

Neste estudo, as espécies *Enterolobium contortisiliquum*, *Ficus insipida*, *Nectandra lanceolata*, *Plathymentia foliolosa*, *Sparattosperma leucanthum*, *Xylopia sericea*, de quatro famílias botânicas (Bignoniaceae Fabaceae, Lauraceae e Moraceae) foram utilizadas pelas abelhas sem ferrão como substrato de nidificação. Em uma revisão bibliográfica realizada por Cortopassi-Laurino *et al.* (2009), os autores relataram que estas famílias também foram predominantes na nidificação de 20 espécies de abelhas sem ferrão. Este resultado pode ser consequência da disponibilidade de árvores maiores nas áreas de estudo, assim como, a baixa durabilidade natural da madeira de quatro das cinco espécies amostradas (Lorenzi, 1998; Carvalho, 2002; 2014; IPEa, 2021).

Com exceção da *Plathymentia foliosa* que possui a madeira de longa durabilidade natural (Carvalho, 2008) e abrigava um ninho de *Trigona fuscipennis*, as outras três espécies *Sparattosperma leucanthum*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Ficus insipida*, possuem a madeira de baixa durabilidade natural e pouco resistente (IPEa, 2021; Lorenzi, 1998; Oliveira, 2014). *Nectandra lanceolata* possuem a madeira de média durabilidade (Carvalho, 2002) e foi a espécie mais utilizada para nidificação pelas abelhas do gênero *Scaptotrigona*. A densidade da madeira pode de forma direta ou indireta favorecer o aparecimento de cavidades, que estão diretamente relacionadas a ataques de larvas de besouros e cupins, queda de galhos causados por intempéries, idade, e aberturas de clareiras (Nogueira *et al.*, 2003; Cortopassi-Laurino *et al.*, 2009). Estas cavidades podem ser utilizadas pelas abelhas sem ferrão como substrato para nidificação.

As espécies vegetais registradas neste trabalho podem chegar a grandes alturas e diâmetros. *Plathymentia foliosa* e *Enterolobium contortisiliquum* podem chegar a 30 metros de altura e a 70 e 200 cm de circunferência, respectivamente (Lorenzi & Souza, 2008; SIBBR, 2021b). *Ficus insipida* e *Nectandra lanceolata* podem chegar a 20 m e a 80 cm de circunferência (IPEb, 2021; SIBBR, 2021a); *Sparattosperma leucanthum* e *Xylopia sericea* podem chegar a alturas de 14 e 12 metros e a 50 e 35 cm de circunferência,

respectivamente (Lorenzi, 2000; Filho & Sartorelli, 2015). As abelhas sem ferrão nidificam preferencialmente em cavidades presentes em árvores com maior circunferência, e este fator pode ser limitante para nidificação, assim como a quantidade de substratos disponíveis (Hubbell & Johnson, 1977; Eltz *et al.*, 2003; Samejima *et al.*, 2004; Batista *et al.*, 2003, Silva *et al.*, 2013). O CAP médio (243 cm) das árvores utilizadas pelas abelhas sem ferrão em nosso estudo foi maior que o CAP médio das árvores registrados na Bahia (113 cm) (Silva, 2012) e no Rio Grande do Sul (132 cm) (Lopes, 2012).

Foram amostrados três ninhos de abelhas sem ferrão em uma única árvore de *Ficus insipida*. Este gênero também foi identificado anteriormente, em uma área de cerrado e em uma área antropogênica no México, como substrato para o ninho da espécie *T. angustula* e de duas espécies de *Scaptotrigona* (Siqueira *et al.*, 2012; Fierro, *et al.*, 2012). As observações feitas por Cortopassi-Laurino *et al.* (2009) sugerem que o compartilhamento de cavidades em uma mesma árvore é comum e está mais associado com árvores maiores (DAP de 24 a 62 cm), e mais velhas e quando o tamanho da cavidade é maior. O compartilhamento de árvores por abelhas sem ferrão pode indicar a presença de espécies não agressivas ou entradas estabelecidas fora do território da outra espécie (Cortopassi-Laurino *et al.*, 2009). Em nossa amostragem, as entradas dos ninhos estavam em alturas distintas, de no mínimo um metro, o que pode ter sido um fator positivo para o estabelecimento destes ninhos em uma mesma árvore.

Nossos resultados mostraram que existe relação positiva entre a altura das árvores e a altura dos ninhos. Resultado semelhante foi encontrado por Rêgo, Albuquerque & Venturieri (2008) em um estudo no Cerrado. No entanto, este padrão não foi observado por Serra *et al.*, (2009) e Correia *et al.* (2016) em trabalhos realizados no Cerrado e na Floresta Amazônica. Cortopassi-Laurino *et al.* (2009) sugerem que a maior facilidade de encontrar os ninhos em baixas alturas deva ser considerada neste tipo de análise; Serra *et al.* (2009) sugerem que este fator talvez não seja preferencial e a distribuição da altura seria ao acaso, enquanto Hubbell & Johnson (1977) e Roubik (1989) sugerem que muitas espécies são oportunistas na utilização de cavidades, independente da altura na árvore. Em nosso estudo, apesar de termos encontrado uma relação positiva entre a localização da entrada do ninho e da altura da árvore, a

densidade de ninhos amostrados não foi alta e, portanto, este padrão precisa ser confirmado.

A densidade de ninhos de abelhas sem ferrão amostrados neste estudo (0,36 ninhos/ha) está dentro do esperado, quando comparado às densidades de ninhos observados em outros estudos realizados em florestas tropicais (0,15 a 6,0 ninhos/ha) (Hubbell & Johnson 1977; Roubik, 1983, 2006; Slaa, 2006; Silva *et al.*, 2013). A trilha Três Pontes foi o ponto amostral em que registramos o maior número de ninhos naturais de abelhas sem ferrão, um ninho a cada 74 árvores, respectivamente. Comparando este resultado com a baixa ocupação em ninhos-isca nesta trilha (veja capítulo 2), podemos sugerir que a disponibilidade de cavidades para nidificação neste ambiente não estaria restringindo a nidificação em cavidades naturais. A trilha Três Pontes é caracterizada por trechos de vegetação mais preservada dentro da reserva, com árvores velhas e troncos de maiores diâmetros, possuindo possivelmente cavidades mais adequadas para a nidificação de abelhas sem ferrão.

Em contraste, nas outras trilhas avaliadas, foram amostradas menores densidades de ninhos/ha e maiores taxas de ocupação dos ninhos-isca (veja Capítulo 2). Deste modo, espécies que nidificam unicamente em árvores, estariam possivelmente limitadas às áreas mais preservadas, com árvores com troncos maiores e mais velhos (Hubbell & Johnson, 1977; Eltz *et al.*, 2003; Samejima *et al.*, 2004; Batista *et al.*, 2003, Silva *et al.*, 2013). Portanto, a preservação e a recuperação desses ambientes e das áreas ao entorno, podem contribuir para o aumento da densidade de ninhos de abelhas sem ferrão nesta Reserva Biológica, e em outras áreas que sofreram pressão antrópica.

Considerando o número de espécies de abelhas sem ferrão (244 espécies) citado por Pedro (2014) para o Brasil, a riqueza encontrada neste trabalho corresponde a 7,34 % desse total. A trilha Três Pontes foi o ponto amostral que apresentou maior riqueza de espécies, o que provavelmente é reflexo da melhor conservação da vegetação local, além da sua localização, mais próxima do interior da ReBio União. Outros estudos indicaram que, em um fragmento florestal, a diversidade de espécies é maior no núcleo e o efeito de borda pode trazer implicações negativas, de forma que muitas espécies sensíveis deixam de existir nas bordas. Desde modo, o aumento das áreas de

borda, pode ameaçar o futuro das espécies de abelhas que nidificam em cavidades acima do solo (Stangler *et al.*, 2016). Ponderamos, entretanto, que a riqueza de abelhas sem ferrão na ReBio União pode ser maior do que a registrada neste estudo, uma vez que, durante as amostragens a floração estava principalmente no dossel da floresta, estrato fora do alcance da metodologia utilizada. Desta forma, a amostragem pontual realizada em *Eugenia uniflora* L. foi importante para registrarmos outras quatro espécies de abelhas sem ferrão, não amostradas nas trilhas: *Melipona bicolor*, *Oxytrigona tataira*, *Paratrigona subnuda* e *Schwarziana quadripunctata*.

O total de 15 das 18 espécies amostradas neste trabalho encontram em listas estaduais ou federais de estado de conservação das espécies em outros estados do Brasil (Dos Santos *et al.*, 2021, ICMBio, 2018), e não podemos descartar a possibilidade de localmente estarem também ameaçadas no estado do Rio de Janeiro. Estes resultados reforçam a importância das Unidades de Conservação para a preservação das espécies de abelhas sem ferrão e dos seus recursos naturais.



## 5. Referências bibliográficas

- Ascher, J. S. & Pickering, J. 2020. Discover Life bee species guide and world checklist (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila). Disponível em: [http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea\\_species](http://www.discoverlife.org/mp/20q?guide=Apoidea_species). Acesso em: 20 julho 2021.
- Batista, M. A., Ramalho, M., & Soares, A. E. E. 2003. Nesting sites and abundance of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) in heterogeneous habitats of the atlantic rain forest, Bahia, Brazil. *Lundiana*, 4: 19-23.
- Brito, R. M., & Arias, M. C. 2010. Genetic structure of *Partamona helleri* (Apidae, Meliponini) from Neotropical Atlantic rainforest. *Insectes Sociaux*, 57(4), 413–419. DOI:10.1007/s00040-010-0098-x.
- Camargo, J. M. F. & Pedro, S. R. M. 2013. Meliponini Lapeletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region – Versão online. Disponível em: <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Acesso em 20 setembro 2020.
- Camargo, J. M. F. 1970. Ninhos e biologia de algumas espécies de Meliponídeos (Hymenoptera: Apidae) da região de Porto Velho, Território de Rondônia, Brasil. *Revista de Biologia Tropical*, 16: 207-239.
- Camargo, J. M. F. 1980. O grupo *Partamona* (*Partamona*) *testacea* (Klung): suas espécies, distribuição e diferenciação geográfica (Meliponinae, Apidae, Hymenoptera). *Acta Amazonica*, 10:1-175. DOI: 10.1590/1809-43921980104s005
- Camargo, J. M. F. & Pedro, S. R. M. 2003. Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) – bionomia e biogeografia. *Revista Brasileira de Entomologia*, 47: 311-372. DOI: 10.1590/S0085-56262003 000300001.
- Carvalho, P. E. R. 2002. Circular técnica 63. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. ISSN 1517-5278. Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/306465/1/C\\_T0063.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/306465/1/C_T0063.pdf). Acesso em: 31 julho 2021.
- Carvalho, P. E. R. 2008. *Espécies arbóreas brasileiras*. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília; Embrapa Florestas, Colombo. 593p.
- Correia, F. C. S.; Peruqetti, R. C.; Ferreira, M. G. & Carvalho, Y. K. 2016. Abundância, distribuição espacial de ninhos de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) e espécies vegetais utilizadas para nidificação em um fragmento de floresta secundária em Rio Branco, Acre. *EntomoBrasilis*, 9: 163-168. DOI:10.12741/ebrasilis.v9i3.613.
- Cortopassi-Laurino, M. & Nogueira-Neto, P. 2003. Notas sobre a bionomia de *Tetragonisca weyrauchi* Schwarz, 1943 (Apidae, Meliponini). *Acta Amazonica*, 33 (4): 643-650. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672003000400011>.
- Cortopassi-Laurino, M.; Alves, D. A. & Imperatriz-Fonseca, V. L.. 2009. Árvores neotropicais, recursos importantes para a nidificação de abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponini). *Mensagem Doce*, 21-28p.
- Dos Santos, C. F.; Rguse-Quadros, M.; Ramos, J. D.; Silva, N. L. G.; Carvalho, F. G.; Barros, C. A. & Blochtein, B. 2021. Diversidade de abelhas-sem-ferrão e seu uso como recurso natural no Brasil: permissões e restrições

- legais consorciadas a políticas públicas. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 9: 02-22.
- Eltz, T.; Brühl, C. A.; Imiyabir, Z. & Linsenmair, K. E. 2003. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. *Forest Ecology and Management*, 172, 301–313. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00792-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00792-7).
- Fierro, M., Cruz-López, L., Sánchez, D., Villanueva-Gutiérrez, R. & Vandame, R. 2012. Effect of Biotic Factors on the Spatial Distribution of Stingless Bees (Hymenoptera: Apidae, Meliponini) in Fragmented Neotropical Habitats. *Neotropical Entomology*, 41(2), 95–104. DOI:10.1007/s13744-011-0009-5.
- Filho, E. M. C. & Sartorelli, P. A. R. 2015. *Guia de identificação de espécies-chave para a restauração florestal na região de Alto Teles Pires, Mato Grosso*. The Nature Conservancy - São Paulo – SP. 248p.
- Grüter, C. 2020. *Stingless Bees - Their Behavior, Ecology and Evolution*. Springer. 394p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-60090-7>.
- Hubbell, P. & Johnson, L. K. 1977. Competition and nest spacing in a tropical stingless bee community. *Ecology*, 58: 949-963. DOI: <https://doi.org/10.2307/1936917>.
- ICMBio, 2018. Lista Vermelha do Livro da Fauna Brasileira Ameaçada de extinção 2018 do ICMBio. Disponível em: [http://icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro\\_vermelho\\_2018\\_vol1.pdf](http://icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol1.pdf). Acesso em: 20 agosto 2021.
- Inoue, T.; Sakagami, S.F.; Salmah, S. & Yamane, S. 1984. The process of colony multiplication in the Sumatran stingless bee *Trigona* (Tetragonula) *laeviceps*. *Biotropica*, 16: 100–111. DOI: <https://doi.org/10.2307/2387841>.
- Inoue, T.; Nakamura, K.; Salmah, S. & Abbas, I. 1993. Population-dynamics of animals in unpredictably-changing tropical environments. *Journal of Biosciences*, 18: 425–455.
- Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPE. 2021b. Instituto de pesquisas Ecológicas. Disponível em: <http://flora.ipe.org.br/sp/190>. Acesso em: 20 agosto 2021.
- Instituto de Pesquisas Ecológicas - IPE. 2021a. *Enterolobium contortisiliquum* (vell). Morong. Disponível em: [file:///C:/Users/Notebook/Downloads/Enterolobium\\_contortisiliquum%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Notebook/Downloads/Enterolobium_contortisiliquum%20(1).pdf). Acesso em: 02 agosto 2021.
- Kerr, W. E.; Carvalho, G. A. & Nascimento, V.A. 1996. *Abelha Uruçu: biologia, manejo e conservação*. Acangaú, Belo Horizonte, 144 p.
- Lopes, L. A. 2012. Abelhas sem ferrão em fragmentos preservados de floresta com Araucária em Cambará do Sul, RS, com ênfase em *Melipona bicolor schencki*. EUSP. Tese de Doutorado. FFLC. Ribeirão preto. 107 p.
- Lorenzi, H. 1998. *Árvores brasileiras – manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil*. São Paulo- SP, 352 p.
- Lorenzi, H. 2000. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 43p.
- Lorenzi, H. & Souza, V. C. 2008. *Botânica Sistemática*. 2° ed. São Paulo: Nova Odessa, 703p.

- Michener, C. D. 1974. *The social behavior of the bees: A Comparative Study*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Michener, C.D. 2000. *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 952p.
- Michener, C. D. 2007. The professional development of an entomologist. *Annual Review of Entomology*, 52: 1-15.
- Monteiro, D., & Ramalho, M. 2010. Abelhas Generalistas (Meliponini) e Sucesso Reprodutivo de Árvores com Florada em Massa de *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr., (Fabales-Mimosaceae) na Mata Atlântica (Bahia). *Neotropical Entomology*, 39: 34-41. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000400009>.
- Nogueira, E. M.; Nelson, B. W. & Fearnside, P. M. 2003. Volume and biomass of trees in central Amazonia: influence of irregularly shaped and hollow trunks. *Forest Ecology and Management*, 194: 14-21. DOI: DOI:10.1016/j.foreco.2006.02.004.
- Nogueira-Neto, P. 1954. Notas bionômicas sobre meliponíneos III – sobre a enxameagem. *Arquivos do Museu Nacional*, 42: 419-452.
- Nogueira-Neto, P. 1997. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo: Nogueirapis Editora, 445 p.
- Oliveira, G. M. V. 2014. Densidade da madeira em Minas Gerais: amostragem, espacialização e relação com variáveis ambientais. Tese de Doutorado apresentada á Universidade Federal de Lavras- UFLA. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 125p.
- Oliveira, R. C., Menezes, C., Soares, A. E. E. & Fonseca, V. L. I. 2012. Trap-nests for stingless bees (Hymenoptera, Meliponini). *Apidologie*, 44(1), 29–37. DOI:10.1007/s13592-012-0152-y
- Pedro, S. R. M. 2014. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sciobiology*, 64(4): 348-354. DOI:10.13102/sociobiology.v61i4.348-354.
- Pena, E. A. & Slate, E. H. 2006. Global Validation of Linear Model Assumptions. *Journal of the American Statistical Association*, 101:341-354.
- Ramalho, M. 2004. Stingless bees and mass flowering trees in the canopy of Atlantic Forest: a tight relationship. *Acta Botanica. Brasilica*, 18(1): 37-47. DOI:10.1590/S0102-33062004000100005.
- Rêgo, M. M. C.; Albuquerque, P. M. C. & Venturieri, G. 2008. O valor dos substratos de nidificação para as abelhas sem ferrão (Meliponini) no Cerrado (Maranhão, Brasil) e a Meliponicultura como ferramenta de sustentabilidade. Anais do VIII Encontro Sobre Abelhas, Ribeirão Preto, Sp. Brasil.. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/393515/1/6020.pdf>. Acesso em: 31 julho 2021.
- Roubik, D. W. 1983. Nest and colony characteristics of stingless bees from Panama (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 56(3):327–355.
- Roubik, D. W. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge: Cambridge University, 514 p.
- Roubik, D. W. 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, 37: 124-143. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2006026>.
- Samejima, H.; Marzuki, M.; Nagamitsu, T. & Nakasizuka, T. 2004. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical

- rainforest. *Biological Conservation*, 120: 577–587. DOI:10.1016/j.biocon.2004.03.030.
- Serra, B. D. V.; Drummond, M, S.; Lacerda, L. M. & Akatsu, I. P. 2009. Abundância, distribuição espacial de ninhos de abelhas Meliponina (Hymenoptera, Apidae, Apini) e espécies vegetais utilizadas para nidificação em áreas de Cerrado do Maranhão. *Iheringia, Série Zoológica*, Porto Alegre, 99: 12-17. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212009000100002>.
- Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira - SIBBR. 2021a. Disponível em: <https://specieslist.sibbr.gov.br/speciesListItem/list/drt1573761007410?fq=family%3ALauraceae&max=10>. Acesso em: 20 agosto 2021.
- Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira - SIBBR. 2021b - Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira. 2021. Disponível em: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/287184>. Acesso em: 20 agosto 2021.
- Silva, M. D. 2012. Comunidade de abelhas sociais Meliponina (Apidae; Hymenoptera) em fragmentos de Mata Atlântica da Reserva Ecológica de Michelin, Ituberá-Bahia. Universidade federal da Bahia (UFBA). Tese de Doutorado. 190p.
- Silva, M. D.; Ramalho, M. & Monteiro, D. 2013. Diversity and habitat use by stingless bees (Apidae) in the Brazilian Atlantic Forest. *Apidologie*, 44: 699-707. DOI: 10.1007/s13592-013-0218-5.
- Siqueira, E. N. L.; Bartelli, B. F.; Nascimento, A. R. T. & Nogueira-Ferreira, A. H. 2012. Diversity and nesting substrates of stingless bees (Hymenoptera, Meliponina) in a forest remnant. *Psyche: A Journal of Entomology*. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/370895>.
- Slaa, E.J. 2006. Population dynamics of a stingless bee community in the seasonal dry lowlands of Costa Rica. *Insectes Sociaux*, 53: 70–79. DOI:10.1007/s00040-005-0837-6.
- Stangler, E. S.; Hanson, P. E. & Steffan-Dewenter, I. 2016. Vertical diversity patterns and biotic interactions of trap-nesting bees along a fragmentation gradient of small secondary rainforest remnants. *Apidologie*, 47: 527–538. DOI: 10.1007/s13592-015-0397-3.
- Teixeira, L. V. & Campos, F. N. M. 2005. Início da atividade de vôo em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae): influência do tamanho da abelha e da temperatura ambiente. *Revista Brasileira Zociências*, 7: 195-202.
- Van Veen J.W & Sommeijer M. J. 2000. Colony reproduction in *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini). *Insectes Sociaux*, 47: 70-75. DOI:10.1007/s000400050011.
- Wille, A. 1966. Notes on two species of ground nesting stingless bees (*Trigona mirandula* and *T. buchwaldi*) from the Pacific Rain Forest of Costa Rica. *Revista de Biologia Tropical*, 14: 251-277.
- Wille, A. 1983. Biology of the stingless bees. *Annual Review of Entomology*, 28:41–64.

## CAPÍTULO 2

### **NIDIFICAÇÃO DE ABELHAS SEM FERRÃO EM NINHOS-ISCA E DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE *TETRAGONISCA ANGUSTULA* (Latreille, 1811) EM ÁREA DE MATA ATLÂNTICA**

#### **1. Introdução**

As abelhas eussociais visitam flores em busca de pólen e néctar, recursos fundamentais para manutenção e desenvolvimento da colônia, e como consequência destas visitas, realizam a polinização (Kerr, 1951; Almeida & Laroca, 1988; Pirani & Cortopassi-Laurino, 1993). As abelhas sem ferrão (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) são consideradas polinizadores eficientes por apresentarem características como socialidade, plasticidade no forrageamento, constância floral, colônias numerosas e comportamento generalista (Kerr, 1951; Almeida & Laroca, 1988; Roubik, 1989; Biesmeijer & Slaa, 2004). O raio de voo entre a colônia e as fontes de recursos difere entre as espécies de Meliponini e está relacionado ao tamanho corporal, mas geralmente varia entre 600 e 2.000 m (Araújo, *et al.*, 2004). Por isso, este grupo de abelhas desempenha papel importante na polinização de uma alta diversidade de espécies da flora nativa (Roubik, 1989; Kerr, 1997).

A coleta de recursos é atividade das forrageadoras, função desempenhada por um grupo de operárias na colônia. As operárias desempenham atividades específicas de acordo com sua idade; as mais jovens são responsáveis pelas tarefas no interior da colônia, como autolimpeza após a emergência, construção e manutenção das células de cria, limpeza da colônia, produção de cera, alimentação de jovens, adultos e da rainha, construção das estruturas da colônia como invólucro, recepção e desidratação do néctar, estocagem de alimento; as operárias mais velhas são responsáveis pela guarda da colônia e forrageamento, enquanto os machos têm como principal função a reprodução. Após o acasalamento, a rainha inicia as atividades de postura de ovos, quando seu abdome se torna fisogástrico. A liberação de

feromônios pela rainha mantém a harmonia colonial. (Nogueira-Neto, 1954; Kerr *et al.*, 1962; Wille, 1983; Nogueira-Neto *et al.*, 1986; Roubik, 1990).

Os ninhos de abelhas sem ferrão possuem diferentes regiões. Na área de cria, encontram-se as células de cria, onde ocorre a postura da rainha e das operárias. As células de cria podem apresentar forma ovóide ou esférica, a depender da espécie (Roubik, 2006), e a maioria está disposta em forma de discos horizontais ou helicoidais, e às vezes formam galerias na vertical ou “cachos”. Em muitas espécies, é possível observar a célula real (uma célula de maior tamanho), a qual recebe maior quantidade de alimento gerando uma rainha virgem. Porém, no gênero *Melipona* não existe esse tipo de célula, as rainhas se desenvolvem em células de cria de tamanho similar às que se desenvolvem as operárias e os machos (Kerr, 1948). A definição das castas nesse gênero é controlada tanto geneticamente, quanto pela provisão larval (Kerr, 1948, 1950 a, b; Jarau *et al.*, 2010). Outro mecanismo de produção de rainhas foi observado para *Frieseomelitta varia* e para *Plebeia luccii*, nestes casos a rainha realiza a postura de ovos em células do mesmo tamanho. Quando a larva começa a se alimentar, uma nova célula, chamada de célula auxiliar, pode ser construída. A célula auxiliar contém apenas alimento larval e é construída conectada a ela. Através dessa conexão a larva poderá ter acesso ao alimento depositado, e por ingerir uma quantidade maior de alimento, essa larva irá precisar de um espaço maior para se desenvolver e, por isso, a célula onde a larva se encontra torna-se uma célula real Faustino *et al.*, 2002; Teixeira, 2007). A estocagem de alimento (pólen e mel) ocorre separadamente na região de potes de alimento, e a área de lixo também fica separada das demais. O invólucro é constituído por lamelas de cerume que envolve as células de cria, favorece a conservação do calor e o desenvolvimento da cria (Sakagami, 1982; Nogueira-Neto, 1997). Além destas, a entrada e saída do ninho se dá por estruturas específicas, o invólucro e o batume também constituem elementos estruturais nas colônias. O batume, também denominado geoprópolis, é constituído por barro misturado à própolis, às vezes podem ter a adição de outros materiais, e é utilizado para vedar frestas ou delimitar as cavidades dos ninhos (Sakagami, 1982; Nogueira-Neto, 1997).

A enxameação, mecanismo natural de multiplicação das colônias das abelhas sem ferrão, ocorre de forma gradual e pode durar até seis meses, a

dependem dos recursos e da espécie (Van Veen & Sommeijer, 2000; Oliveira *et al.*, 2013). Esse processo consiste, de maneira geral, dos seguintes passos: um grupo de operárias encontra um lugar adequado para a construção da nova colônia; as operárias limpam o local escolhido, recobrem as frestas com cerume e/ou resina e constroem o tubo de entrada; constroem potes de alimento e iniciam a coleta de pólen. Outras operárias trazem, da colônia-mãe, cerume e uma mistura de pólen e mel que depositam nos potes de alimento. Quando a nova colônia estiver pronta para receber o enxame, com as frestas vedadas, reserva de alimento, entrada pronta, operárias e guardas, um grupo de operárias de diferentes idades, acompanhado da rainha virgem, chega à nova colônia. Logo após, a rainha virgem realiza o voo nupcial, acompanhada por centenas de machos que já a aguardavam na entrada da nova colônia (Nogueira-Ferreira & Soares, 1998); ela é fecundada no voo nupcial e ao retornar, nunca mais deixará a colônia. As operárias iniciam a construção de células de cria e a rainha inicia a oviposição; enquanto isso, as operárias forrageiras tornam a colônia-filha cada vez mais independente da colônia-mãe. Geralmente esta relação entre colônia-mãe e colônia-filha é interrompida após o nascimento da primeira geração da nova colônia (Nogueira-Neto, 1954; Engels & Imperatriz-Fonseca, 1990).

Diferente das abelhas eussociais Apini, a enxameação das abelhas sem ferrão envolve uma dependência da colônia-mãe por um tempo até que a colônia-filha se estabeleça. Deste modo, a dispersão a longas distâncias por enxameação se torna inviável para as abelhas sem ferrão (Michener, 2007). Além disso, as condições ambientais locais abióticas (temperatura e umidade relativa do ar, por exemplo) e bióticas (como existência de fontes de alimento e cobertura vegetal) podem ser decisivas para o estabelecimento e desenvolvimento das colônias sem ferrão.

A enxameação em Meliponini é influenciada por fatores como a capacidade da colônia produzir operárias e rainhas virgens (Michener, 1974). Os aspectos relacionados a fatores bióticos, abióticos e comportamentais, que influenciam a escolha do local de nidificação ainda são pouco explorados (Oliveira *et al.*, 2013). Muitos gêneros nidificam preferencialmente em cavidades de troncos de árvores, especialmente árvores com maior diâmetro (Hubbell & Johnson, 1977; Eltz *et al.*, 2003; Samejima *et al.*, 2004; Batista *et*

*al.*, 2003, Silva *et al.*, 2013). A partir deste conhecimento, alguns meliponicultores e pesquisadores começaram a usar ninhos-isca com o objetivo de simular locais de nidificação natural para captura de colônias de abelhas sem ferrão (Slaa, 2006; Silva *et al.*, 2014). O uso de ninhos-isca é um método padronizado, ainda que indireto, de obtenção de dados relativos à diversidade local, taxas de enxameação, longevidade e dinâmica temporal de espécies de abelhas sem ferrão.

O objetivo deste capítulo foi avaliar a taxa de ocupação de ninhos-isca por espécies de Meliponini na Reserva Biológica União, e o seu desenvolvimento em caixas racionais sob diferentes condições microclimáticas.

## **1.1 Hipóteses**

A taxa de ocupação de ninhos-isca é menor em áreas com maior densidade de árvores com maior DAP, que possivelmente apresentam um maior número de cavidades naturais, adequadas para a nidificação. Esta hipótese é baseada nos trabalhos de Hubbell & Johnson (1977) e Martins *et al* (2004) que verificaram relação positiva entre a densidade de árvores com maior DAP e a densidade de ninhos de abelhas sem ferrão.

O ganho de peso das colônias é maior no período chuvoso e sofre influência do microclima dos pontos onde estarão instaladas. Conforme apontado por Moo-Valle, Quezada-Euén & Wenseleers (2001) e Hofstede & Sommeijer (2006), as características ambientais influenciam tanto nas atividades de forrageamento, pela associação com a disponibilidade de recursos, quanto nas atividades internas e no desenvolvimento dos ninhos de abelhas sem ferrão.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Área de estudo**

O estudo foi desenvolvido na Reserva Biológica União (ReBio União) (22°27'30"S e 42°02'14"W), o maior fragmento de Floresta Ombrófila Densa da



Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro (Veloso *et al.*, 1991). A Rebio União está localizada na região centro-norte fluminense, com uma área de 7.756,00 ha, e abrange três municípios: Casimiro de Abreu, Rio das Ostras e Macaé. A Floresta Atlântica desta reserva é considerada uma das mais preservadas da região da baixada do estado (Rodrigues, 2004). A vegetação é de domínio de Mata Atlântica *strictu sensu* de baixada, sendo as áreas de maiores altitudes classificadas como Floresta Ombrófila Densa Submontana (ICMBIO, 2008). Ainda nesta reserva existem áreas alagadas, áreas de pastagens abandonadas e trechos com eucaliptais, que estão em processo de regeneração natural ou de plantio de espécies nativas (ICMBIO, 2008). O clima da região é predominantemente tropical úmido (Nimer & Valverde, 1972) e o solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (Santos *et al.*, 2006).

## 2.2 Delineamento Amostral e Coleta de Dados

Os pontos amostrais foram distribuídos em quatro trilhas já existentes na ReBio União: trilha Lava Pé (A) (2.490 m), trilha Interpretativa (B) (2.770 m), trilha Buracão (C) (3.130 m) e trilha Três Pontes (D) (5.440 m). Em cada trilha foram dispostos 10 pontos de amostragem com a instalação de 80 ninhos-isca em cada ponto (descrição no item 2.3). As 12 colônias de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) que ocuparam os ninhos-isca foram transferidas para caixas racionais e foram mantidas no mesmo local durante a noite e depois deste período foram instaladas em três pontos de cada trilha estudada (Figura 1). Os locais escolhidos para a instalação dos ninhos mantidos em caixa racional seguiram os seguintes critérios: áreas no interior de cada trilha; acesso mais fácil ao local de instalação; espaçamento mínimo de 120 m de um ponto a outro.

Para a caracterização da área quanto à densidade de árvores, no mês de setembro de 2018, três das quatro trilhas estudadas foram percorridas por toda a sua extensão, com exceção da trilha Três Pontes que foi percorrido o total de 5.440 m. Foram contabilizadas todas as árvores com circunferência à altura do peito (CAP) maior que 30 cm localizadas a até 10m de distância das bordas de cada trilha em direção ao interior da mata, totalizando 276.600 m<sup>2</sup>.

Os dados climáticos de temperatura e precipitação pluviométrica referente ao período de estudo, foram obtidos através do banco de dados da estação meteorológica de Macaé-RJ, localizada a 27 km da área da ReBio União (INMET). A precipitação durante o período do estudo foi de 121,8 mm em dezembro de 2016; 769 mm em 2017, os meses com maior precipitação foram novembro e dezembro (189,6 mm e 108,80 mm, respectivamente); e 1.382 mm em 2018, os meses de maior precipitação foram março e novembro (217,40 mm e 288,80 mm, respectivamente). A temperatura média foi de 25,2 °C em dezembro de 2016; 23,2 °C em 2017; e 23,3 °C em 2018 (Figura 2).

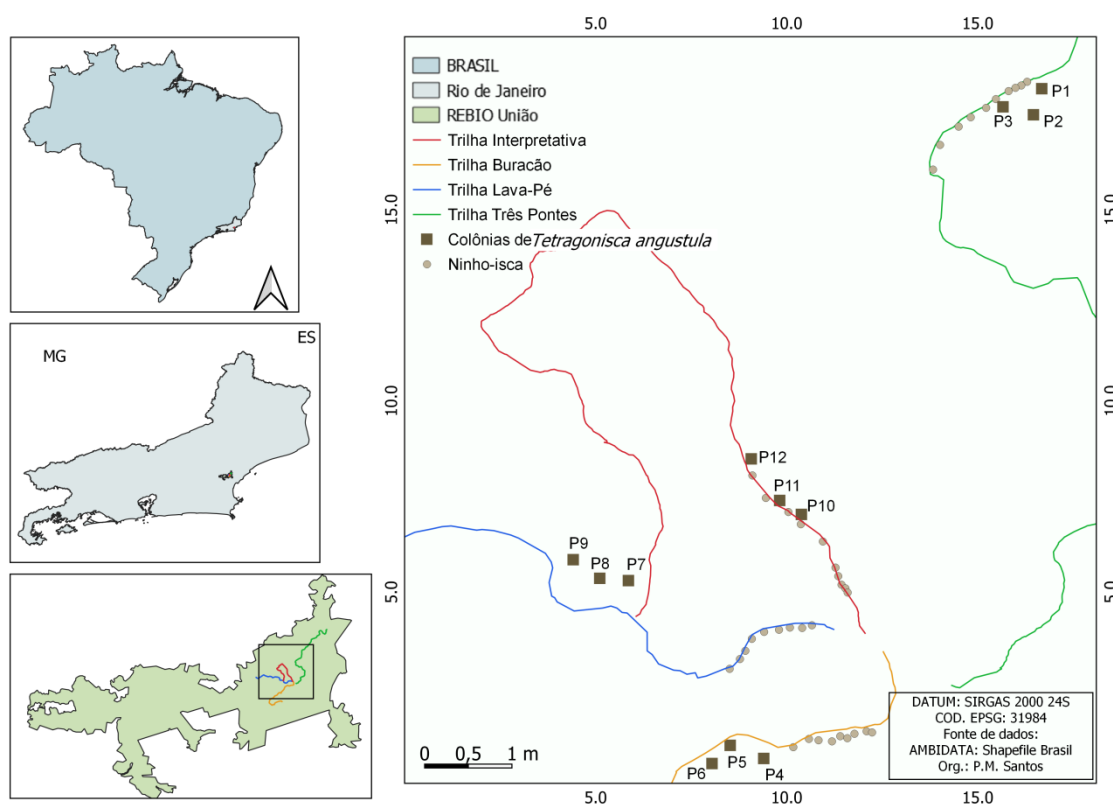


Figura 1. Localização do fragmento de Floresta Ombrófila Densa estudado, na Reserva Biológica União, região centro-norte Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. Os pontos indicam a localização de instalação dos ninhos-isca; e os quadrados indicam a localização de colônias de *Tetragonisca angustula* (três em cada trilha) mantidas em caixa racional. Org: Patrícia Marques Santos.

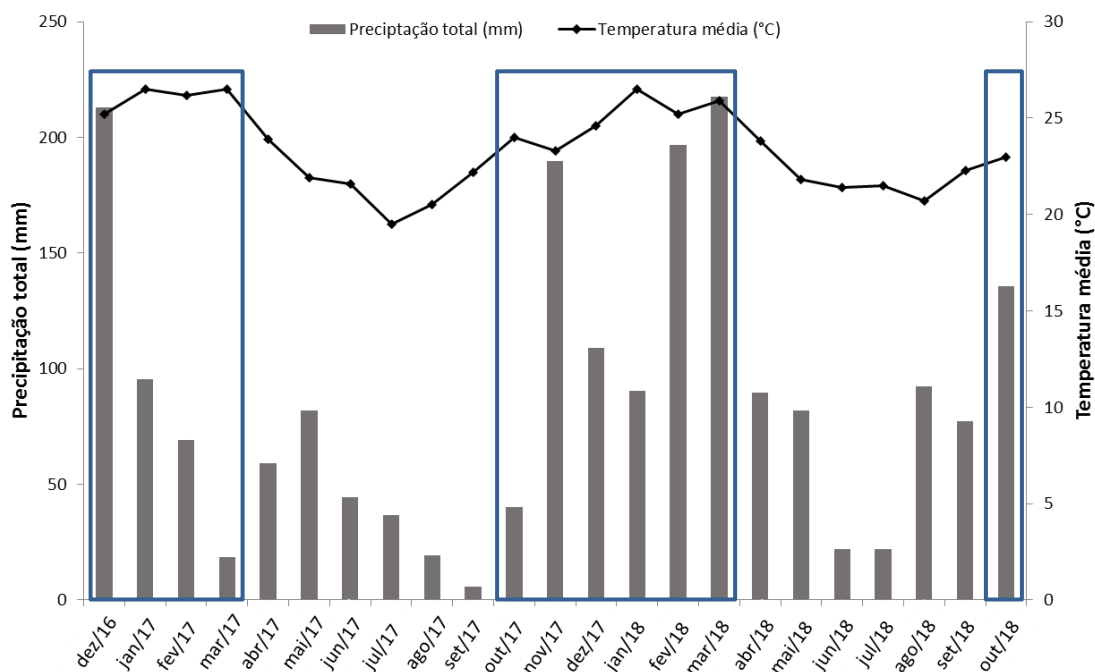


Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm) e temperatura média (°C) mensal da Rebio União entre dezembro de 2016 e outubro de 2018. Fonte: Instituto Nacional Meteorológico (INMET). Linhas destacam a estação chuvosa no período estudado.

### 2.3 Ninhos-isca

Para a aquisição das colônias de abelhas sem ferrão foi utilizada a técnica de ninhos-isca desenvolvida por pesquisadores da Universidade de São Paulo, em Ribeirão Preto, que foram construídas com garrafas plásticas (3,0 L e 5,0 L), envolta por jornal e lona preta. Na abertura da garrafa, foi acoplado um cotovelo de PVC e adicionado um funil confeccionado com garrafa pet. Para favorecer a atratividade dos ninhos-isca, as garrafas, os cotovelos e o funil foram banhados mensalmente com extrato em solução alcoólica de cera e própolis extraídas de colônias de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) e *Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836, mantidas no setor de Ecologia Experimental do Laboratório de Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

No mês de dezembro de 2016, os ninhos-isca foram instalados nas quatro trilhas selecionadas (Figura 1). Foi instalado um total de 80 ninhos-isca (40 ninhos-isca de 3,0 L e 40 ninhos-isca de 5,0 L) em troncos de árvores a 1,5 m

do solo e a uma distância mínima de 20 metros entre eles. Foram selecionadas árvores com circunferência à altura do peito (CAP) maior que 30 cm, devido à relação entre o tamanho da árvore e a taxa de ocupação dos ninhos-isca (Eltz *et al.*, 2003; Samejima *et al.*, 2004).

Os ninhos-isca foram organizados e instalados em um conjunto constituído por um ninho-isca de 3,0 L e um de 5,0 L (Figura 3). Em cada trilha, foram distribuídos 10 pontos amostrais e em cada ponto amostral foi instalado um conjunto de ninhos-isca, totalizando 40 conjuntos (Figura 1).



Figura 3. Conjunto de ninhos-isca: ninho-isca de 3 L à esquerda e de 5 L à direita da foto.

Os ninhos-isca foram vistoriados mensalmente e substituídos quando ocupados por outros animais como formigas, aranhas, gafanhotos ou vespas. As colônias de abelhas sem ferrão que ocuparam os ninhos-isca foram mensalmente contabilizadas e identificadas. O número total de ocupações foi agrupados por período, seco ou chuvoso.

#### 2.4 Desenvolvimento das colônias de *Tetragonisca angustula*

Em setembro de 2017, 12 colônias de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) que ocuparam ninhos-isca foram transferidas para caixas racionais,

modelo “Colmeia Uberlândia” (Kerr *et al.*, 1996). Após a transferência, as colônias foram mantidas na mesma localização dos ninhos-isca (Figura 4). Este procedimento foi adotado para que as abelhas campeiras que estavam forrageando retornassem para as suas respectivas colônias e minimizasse a perda de operárias. Na noite do mesmo dia, a entrada da colônia era fechada, e no dia seguinte, a colônia era instalada em um dos pontos amostrais de cada trilha estudada, em suportes de 1,30 m de altura (Figura 5), a aproximadamente 50 m da borda e cerca de 120 m umas das outras (Figura 1). Foi aplicada graxa lubrificante no suporte de cada colônia para prevenir a invasão de formigas e cupins.



Figura 2 - Colônia de *Tetragonisca angustula* após a transferência para a caixa racional.





Figura 5. Colônia de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) instalada no ponto amostral (P1), na trilha Três Pontes, na Reserva Biológica União, RJ, Brasil.

Na tentativa de evitar o ataque de cleptoparasitas da família Phoridae, foram adicionados, à frente de cada colônia, um recipiente preto perfurado na tampa e com conteúdo composto de vinagre de maçã, atrativo para captura destes insetos (Nogueira-Neto, 1997). Após a aclimatação e reestabelecimento das colônias, o recipiente foi retirado para evitar a atração de forídeos. Os forídeos são pequenas moscas que são atraídas principalmente pelo odor do pólen fermentado e fazem postura nos potes de pólen, favos de cria e lixeira. As larvas são pequenas e quando estão presentes em grande número podem exterminar uma colônia em poucos dias (Nogueira-Neto, 1997).

No primeiro mês após a transferência, cinco colônias (P2, P3, P7, P10 e P11) foram parasitadas por forídeos e morreram. Estas colônias foram substituídas quando colônias capturadas nos ninhos-isca estavam estabelecidas. No mês de julho de 2018 a colônia P9 foi derrubada por algum animal; e em maio de 2018 a colônia P10 foi derrubada pela queda de uma

árvore. Essas colônias não foram substituídas devido à ausência de captura de novas colônias nos ninhos-isca.

Mensalmente, entre setembro de 2017 e outubro de 2018, as colônias foram pesadas em balança eletrônica SF-400. Em cada pesagem, foi obtido o peso de cada colônia a partir da diferença do peso em relação ao mês anterior. Estes dados foram relacionados com as características ambientais dos pontos amostrais e as condições climáticas de cada ponto amostral.

## 2.5 Caracterização das variáveis ambientais

A caracterização abiótica dos pontos amostrais foi descrita com base nos valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar e intensidade luminosa média, em cada um dos 12 pontos amostrais, nas quatro trilhas, onde foram instaladas as colônias de *T. angustula*. As medidas das variáveis ambientais foram registradas em julho de 2018, quando foram calculados os valores que serviram para a caracterização de cada ponto. A temperatura média (°C) e a umidade relativa do ar média (%) foram quantificadas nos locais de instalação das colônias, com termohigrômetro digital. A intensidade luminosa média ( $\mu\text{mols}$ ) foi mensurada em seis pontos ao lado de cada ponto amostral através de foto-radiômetro Li-Cor® LI-250<sup>a</sup> e calculada a média para cada ponto. As variáveis foram quantificadas em dias ensolarados no período das 11 às 13 horas. Esses dados foram registrados nas colônias P1, P2 e P3 no dia 24/07/2018; nas colônias P4, P5 e P6 no dia 25/07/2018; nas colônias P7, P8 e P9 no dia 26/07/2018; e nas colônias P10, P11 e P12 no dia 23/07/2018.

## 2.6 Análise de Dados

A similaridade entre os 12 pontos amostrais, relativa às variáveis abióticas (temperatura, umidade e intensidade luminosa), foi analisada através do índice de similaridade de *Bray-Curtis*. Para determinar as variáveis ambientais mais explicativas para a distinção dos pontos amostrais, foi

realizada uma análise de componentes principais (PCA). Essas análises foram realizadas utilizando o Programa *Past* 4.05.

A relação entre temperatura média e desenvolvimento das colônias (obtido através do peso em gramas) foi analisada por regressão Linear, após transformação em raiz quadrada, uma vez que a variável resposta não cumpriu os pressupostos de um modelo linear.

Para verificar se a nidificação nos ninhos-iscas é influenciada pela disponibilidade de substratos naturais ao redor dos pontos amostrais, foi usado um teste de Correlação de Pearson da taxa de ocupação em relação à densidade de árvores com CAP < 30 cm (m<sup>2</sup>) em cada trilha estudada. Para analisar se a taxa de ocupação dos ninhos-iscas difere entre os pontos amostrais e entre os períodos sazonais (seco/chuvoso), foi utilizada uma análise de variância (ANOVA *one way*). Este mesmo teste foi utilizado para analisar a variação no desenvolvimento das colônias (peso das colônias) nos diferentes pontos de instalação. A validação dos modelos foi feita com as funções *boxcox* e *gvlma* dos pacotes R MASS (Venables & Ripley, 2002) e *gvlma* (Pena & Slate, 2006), respectivamente. Essas análises foram realizadas utilizando o Programa R (R Development Core Team 2010).

### **3. Resultados**

#### **3.1 Condições ambientais nos Pontos Amostrais**

Através das análises para a caracterização abiótica dos pontos amostrais em que as colônias de *Tetragonisca angustula* foram instaladas, podemos visualizar a formação de três grupos (Tabela 1, Figuras 6, 7). O grupo 1 constitui a maioria dos pontos com características de áreas bem preservadas, com maior cobertura vegetal e conseqüentemente menor média de intensidade luminosa: trilhas Três Pontes (P1 e P2), Lava Pé (P8 e P9) e Interpretativa (P11 e P12). O grupo 2 constitui a maioria dos pontos em áreas de transição, com vegetação em estágios primário e secundário, com valores de temperatura média e intensidade luminosa média similares: trilhas Três Pontes (P3), Buracão (P4), Lava Pé (P7) e Interpretativa (P10). O grupo 3 constitui áreas de



vegetação primária, entorno de plantios antigos de eucalipto, e áreas em processo de regeneração através do plantio de espécies nativas, com maiores valores de temperatura média e intensidade luminosa média: P5 e P6 na trilha Buracão. A Análise de Componentes Principais (PCA) mostrou que 99,452% das relações entre as variáveis ambientais e os 12 pontos amostrais são explicadas pela intensidade luminosa média (Figura 7).

A densidade de árvores com o CAP > 30 cm foi de 0,018/ha na trilha Três Pontes (N=598) (P1, P2 e P3); 0,092/ha na trilha Lava Pé (N=54); 0,013/ha na trilha Interpretativa (N=411) e 0,015/ha na trilha Buracão (N= 422) (Tabela 1).

Tabela 1. Temperatura média (°C), umidade relativa do ar média (%), intensidade luminosa média ( $\mu\text{mols}$ ), densidade de árvores metro quadrado, nos 12 pontos amostrais avaliados durante o levantamento das variáveis ambientais em julho de 2018

| <b>Pontos Amostrais</b> | <b>Temperatura (°C)</b> | <b>Umidade Relativa (%)</b> | <b>Luminosidade (<math>\mu\text{mols}</math>)</b> | <b>Densidade árvores (N/ha)</b> |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|---------------------------------|
| P1                      | 28                      | 57                          | 107   |                                 |
| P2                      | 30                      | 58                          | 79  | 0,018                           |
| P3                      | 27                      | 60                          | 245   |                                 |
| P4                      | 27                      | 60                          | 183   |                                 |
| P5                      | 33                      | 53                          | 4776  | 0,015                           |
| P6                      | 32                      | 55                          | 1435  |                                 |
| P7                      | 27                      | 70                          | 232   |                                 |
| P8                      | 28                      | 68                          | 119   | 0,092                           |
| P9                      | 29                      | 67                          | 78  |                                 |
| P10                     | 26                      | 67                          | 219   |                                 |
| P11                     | 27                      | 65                          | 104   | 0,013                           |
| P12                     | 27                      | 68                          | 125   |                                 |

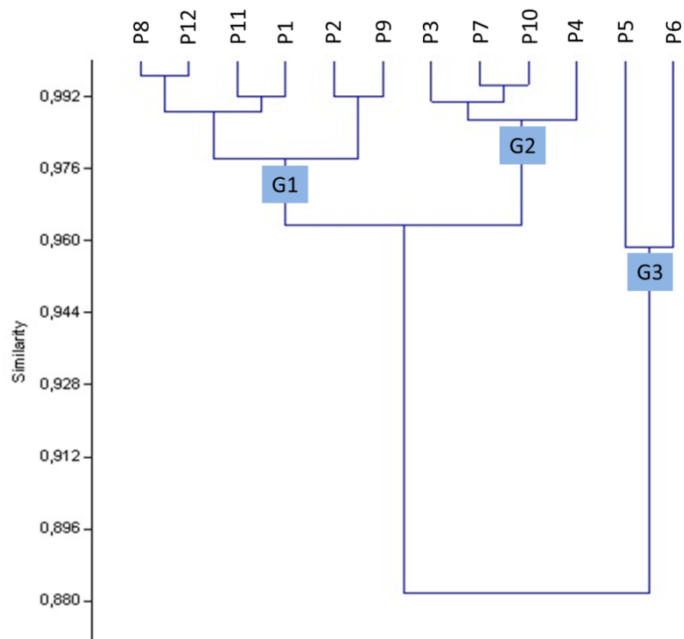


Figura 6. Dendrograma representativo da similaridade (Coeficiente de Bray-Curtis) entre os 12 pontos amostrais com relação às variáveis ambientais descritas na tabela 1.

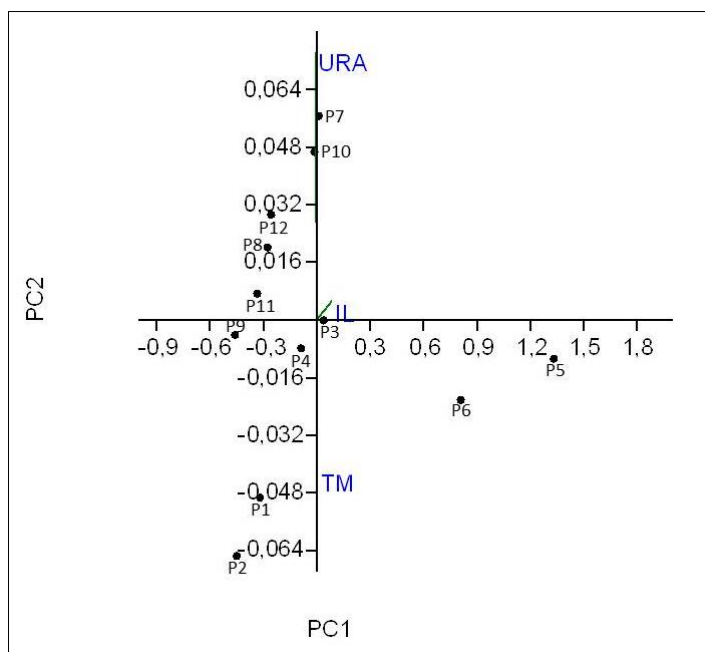


Figura 7. Análise de componentes principais (PCA) entre os 12 pontos amostrais e as variáveis ambientais analisadas (TM.: Temperatura média; URA: Umidade relativa do ar; e IL: Intensidade luminosa média).

### 3.2 Ocupação de Ninhos-isca

Vinte e sete ninhos-isca foram ocupados por colônias de abelhas sem ferrão durante todo o período de estudo (dezembro/2016 a outubro/2018), totalizando uma taxa de ocupação de 33,75% (Tabela 2). Vinte e seis ninhos-isca foram ocupados por *Tetragonisca angustula* e um ninho-isca por *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950.

O número de ocupação dos ninhos-isca foi maior na trilha Lava-Pé, enquanto o menor número de ocupações foi registrado na trilha Três Pontes (Figura 8; Tabela 2). No entanto, a taxa de ocupação não diferiu estatisticamente entre as áreas ( $F=1.26$ ;  $p=0,399$ ) (Figura 10).

A ocupação de ninhos-isca no período chuvoso foi maior que no período seco (Figura 9; Tabela 2). No entanto, não houve diferenças estatísticas significativas na taxa de ocupação entre os períodos ( $F=3,39$ ;  $p=0,115$ ).

O número de ocupação foi maior em ninhos-isca de 3 L em relação aos de 5 L, mas não houve diferença estatisticamente significativa na taxa de ocupação entre os substratos ( $F=4.408$ ;  $p=0,080$ ) (Figura 10; Tabela 2).

A taxa de ocupação de ninhos iscas apresentou uma correlação negativa e estatisticamente não significativa com a densidade de árvores ( $r=-0,511$ ;  $p=0,488$ ).

A colônia de *S. xanthotricha* que ocupou um ninho-isca de 5L foi furtada. Foram perdidos os dois ninhos-isca de 5 L ocupados por *T. angustula* na trilha interpretativa durante o período seco, um foi parasitado por forídeos e outro ninho foi predado por um animal de grande porte.

Tabela 2. Número de ninhos-isca ocupados por abelhas sem ferrão nas trilhas selecionadas durante os períodos chuvoso e seco na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil

| Trilhas        | Estação chuvosa |          | Estação seca |          | Total     |
|----------------|-----------------|----------|--------------|----------|-----------|
|                | 3L              | 5L       | 3L           | 5L       |           |
| Lava Pé        | 7               | 0        | 4            | 0        | 11        |
| Interpretativa | 5               | 0        | 0            | 2        | 7         |
| Buracão        | 6               | 0        | 1            | 0        | 7         |
| Três Pontes    | 0               | 1*       | 1            | 0        | 2         |
| <b>Total</b>   | <b>18</b>       | <b>1</b> | <b>6</b>     | <b>2</b> | <b>27</b> |
|                | <b>19</b>       |          | <b>8</b>     |          |           |

\*ocupação por *Scaptotrigona xanthotricha* Moure, 1950. Os demais ninhos-isca foram ocupados por *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811).

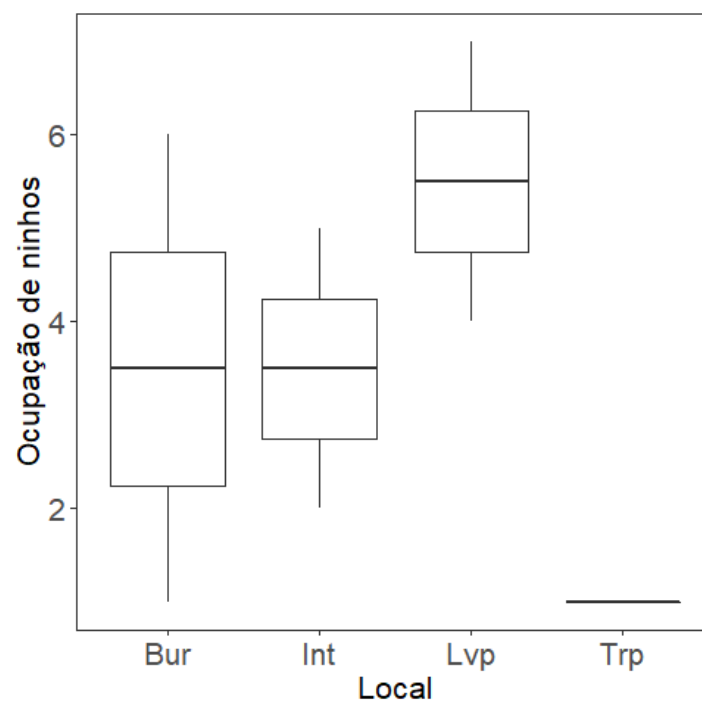


Figura 8. Mediana e desvio padrão do número de ocupação de ninhos-isca instalados nas trilhas: Buracão= Bur; Interpretativa= Int; Lava Pé= Lvp; e Três Pontes=Trp, da Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

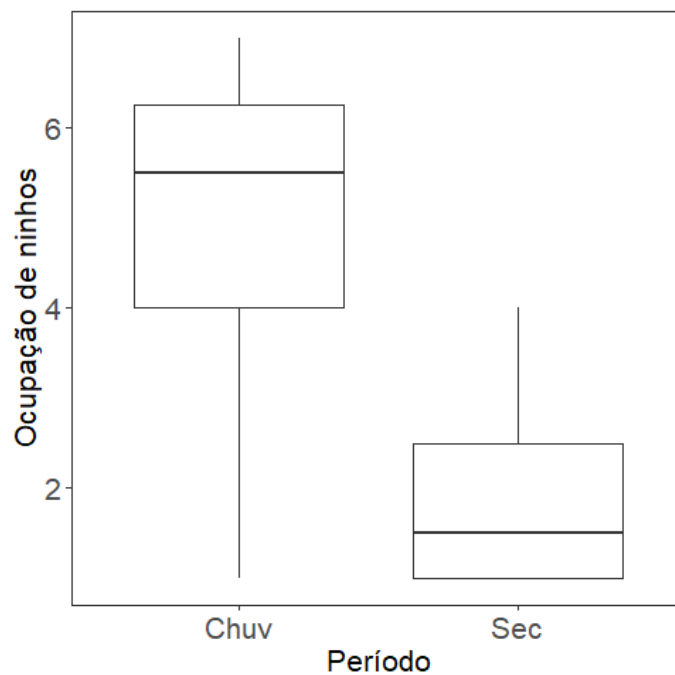


Figura 9. Mediana e desvio padrão do número de ocupações de ninhos-isca por abelhas sem ferrão nos meses relativos aos períodos chuvoso e seco, na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

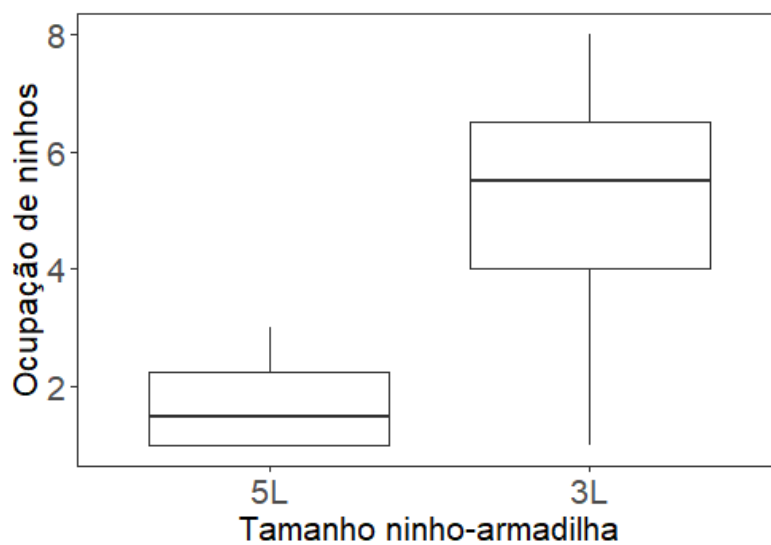


Figura 10. Média e desvio padrão do número de ocupação de ninhos-isca de 5 L e 3L instalados na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

### 3.3 Desenvolvimento das Colônias

O ganho ou a perda de peso das 12 colônias de *T. angustula*, obtido por diferença, em relação ao peso registrado no mês anterior, foi similar independente do local em que estavam instaladas ( $F=0.22$ ;  $p=0.882$ ) (Figura 11). A tabela 3 apresenta o desenvolvimento das colônias através da percentual de ganho ou perda de peso registrado no mês anterior e o registrado no mês referente.

O peso de cada colônia variou ao longo dos meses de amostragem e durante os períodos chuvoso e seco (Figura 12). O incremento no peso das colônias mostrou uma correlação positiva e estatisticamente significativa com o a temperatura ( $R^2=0.20$ ;  $p<0.001$ ) (Figura 13).

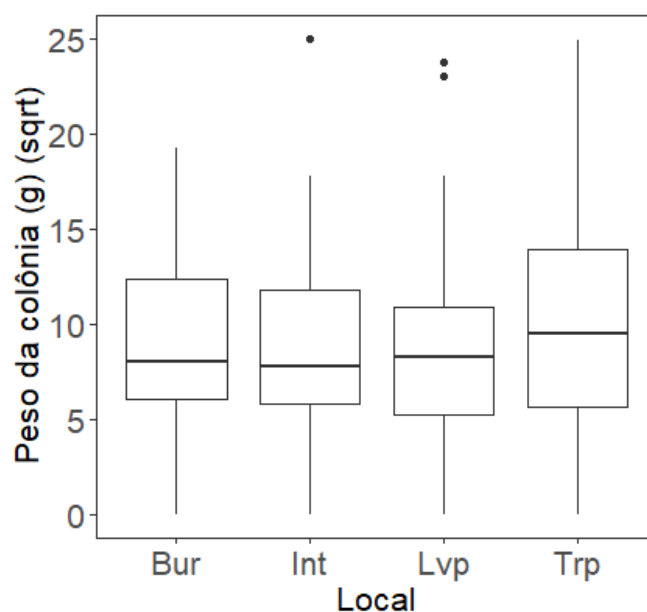


Figura 11. Média e desvio padrão do peso (g) de 12 colônias de *Tetragonisca angustula* instaladas nas trilhas: Buracão= Bur; Interpretativa= Int; Lava Pé= Lvp; e Três Pontes=Trp, da Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil.

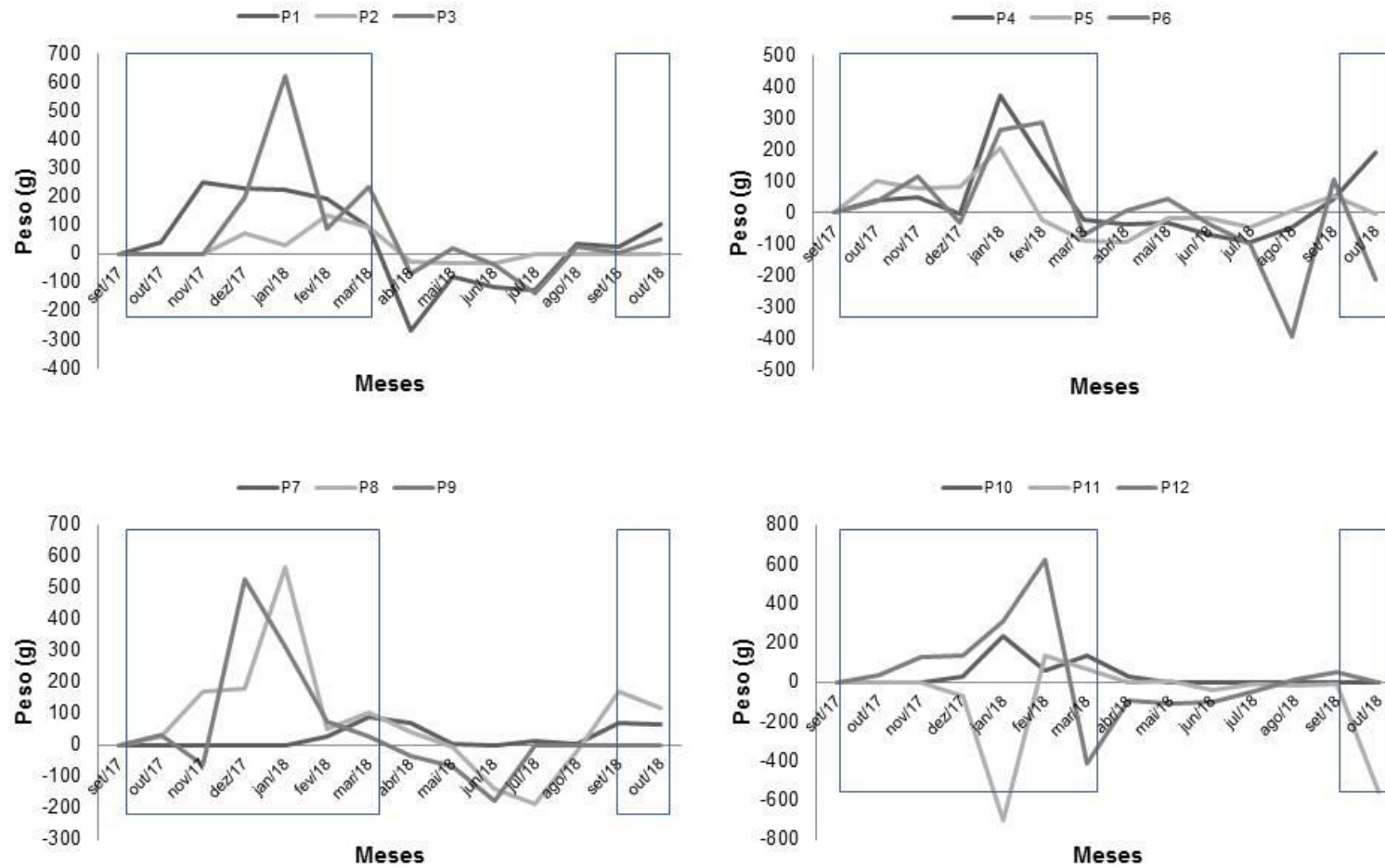


Figura 12. Ganho e perda de peso de 12 colônias (P1 a P12) de *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) mantidas na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, de setembro de 2017 a outubro de 2018. Estação chuvosa: marcação em azul e Estação seca: sem marcação.

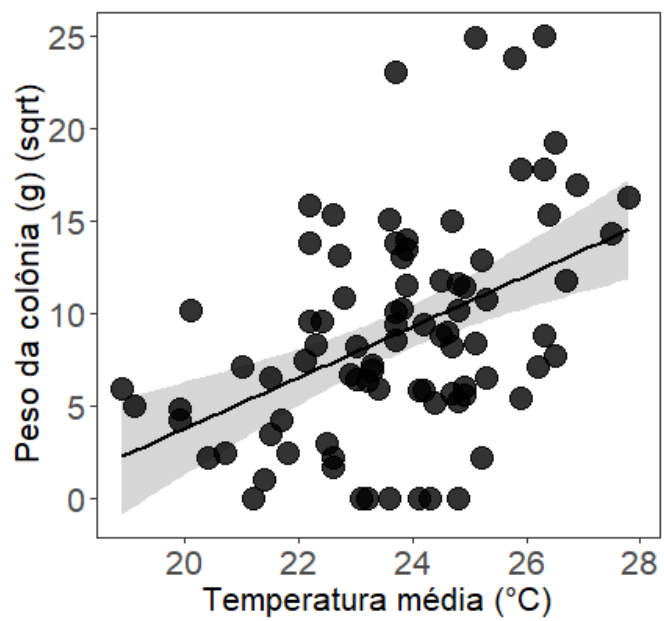


Figura 13. Relação entre o peso da colônia (g) (sqrt) e a temperatura média (°C).



Tabela 3. Percentual de ganho ou perda de peso das 12 colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas na Reserva Biológica União, Rio de Janeiro, Brasil. As colônias P1, P2 e P3 estavam alocadas na trilha Três Pontes; P4, P5 e P6 na trilha Buracão; P7, P8 e P9 na trilha lava Pé; e P10, P11 e P12 na trilha Interpretativa

| Colônias | set/17 | out/17 | nov/17 | dez/17 | jan/18 | fev/18 | mar/18 | abr/18 | mai/18 | jun/18 | jul/18 | ago/18 | set/18 | out/18 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P1       | 0      | 0,86   | 5,10   | 4,41   | 4,15   | 3,38   | 1,57   | -4,56  | -1,42  | -2,07  | -2,37  | 0,66   | 0,43   | 1,92   |
| P2       | *      | *      | *      | -12,03 | 15,94  | 2,50   | 1,67   | -0,54  | -0,60  | -0,57  | -      | -      | -      | -      |
| P3       | *      | *      | *      | 3,87   | 11,88  | 1,50   | 3,95   | -1,10  | 0,29   | -0,65  | -2,28  | 0,42   | 0,08   | 0,85   |
| P4       | 0      | 1,87   | 2,20   | -0,31  | 16,67  | 6,41   | -0,80  | -1,32  | -1,26  | -2,70  | -3,71  | -1,92  | 1,76   | 7,63   |
| P5       | 0      | 5,14   | 3,69   | 3,70   | 9,14   | -0,94  | -3,71  | -4,07  | -0,85  | -0,81  | -2,22  | 0,23   | 2,41   | -0,14  |
| P6       | 0      | 0,73   | 2,37   | -2,68  | 5,47   | 5,62   | -1,32  | 0,09   | 0,85   | -0,69  | -1,88  | -7,58  | 2,18   | -4,36  |
| P7       | *      | *      | *      | *      | *      | 0,71   | 2,17   | 1,67   | 0,14   | 0,02   | 0,28   | 0,14   | 1,61   | 1,56   |
| P8       | 0      | 2,09   | 12,45  | 11,86  | 32,91  | 2,23   | 4,46   | 1,76   | -0,24  | -5,62  | -8,05  | -0,84  | 8,13   | 5,13   |
| P9       | 0      | 1,51   | -2,80  | 25,37  | 12,09  | 2,29   | 0,90   | -1,09  | 2,27   | 6,09   | **     | -      | -      | -      |
| P10      | *      | *      | *      | 0,73   | 5,04   | 1,23   | 2,81   | 0,67   | ***    | -      | -      | -      | -      | -      |
| P11      | *      | *      | *      | -1,16  | -11,78 | 2,65   | 1,26   | -0,05  | 0,20   | -0,70  | -0,15  | -0,26  | -0,09  | -10,36 |
| P12      | 0      | -11,44 | 16,72  | 2,65   | 6,02   | 11,25  | -6,68  | -1,65  | -1,89  | -1,75  | -0,88  | 0,33   | 1,03   | 0,05   |

(\*) Colônia morta por moscas cleptoparasitas da família Phoridae.

(\*\*) Colônia derrubada por algum animal.

(\*\*\*) Colônia derrubada pela queda de uma árvore.

(-) Ausência de colônias por falta de captura nos ninhos-isca, sem a possibilidade de reposição.

#### 4. Discussão

As análises para a caracterização abiótica dos pontos amostrais nos revelou a formação de três grupos distintos, em que a intensidade luminosa explicou essas relações. Sabe-se que, em áreas mais preservadas, a intensidade luminosa, a temperatura são fortemente reduzidas, pois a predominância de vegetação alta, densa e dossel fechado influenciam as variáveis estudadas (Dajoz, 1973; Barbieri & Cavalheiro, 1999; Halverson *et al.*, 2003). Diferentemente de ambientes que sofreram alterações antrópicas, que são comumente caracterizados por vegetação esparsa, maior intensidade luminosa, temperaturas mais elevadas e menor umidade do ar, devido à exposição solar (Pough *et al.*, 1977).

A espécie predominante nas ocupações de ninhos-isca foi a *Tetragonisca angustula*. Essa é uma abelha de tamanho pequeno, aproximadamente 5 mm, e com alta plasticidade de nidificação. Esta espécie pode enxamear em diferentes ambientes e condições, como florestas conservadas e em regeneração, ambientes de cerrado, cavidades em construções humanas, e ninhos abandonados de pássaros (Nogueira-Neto, 1970). O comportamento generalista de nidificação e a alta taxa de enxameação nos ninhos-isca pode explicar a predominância desta espécie nas trilhas em estágios iniciais de regeneração (Batista *et al.*, 2003, Slaa, 2006). A sua taxa de enxameação é significativamente maior durante os estágios iniciais de regeneração da floresta do que em locais de floresta antiga da Mata Atlântica e nas planícies tropicais da Costa Rica (Batista *et al.*, 2003; Slaa 2006). A alta taxa de ocupação de ninhos-isca por esta espécie neste estudo (33,75%), corrobora com os trabalhos de Batista *et al.* (2003) e Silva *et al.*, (2014), que obtiveram o total de 42 colônias capturadas (30,7%) e 34 colônias (68%), respectivamente.

Mesmo sem diferenças significativas, foi possível observar um maior número de ocupações em ninhos-isca nas áreas com menor densidade de árvores com o CAP > 30 cm, apoiando a nossa hipótese. A vegetação das trilhas Lava Pé, Buracão e Interpretativa sofreram alterações antrópicas no passado, e é caracterizada por uma vegetação em estágios primário e secundário, localizadas no entorno de antigos cultivos de eucalipto e áreas em processo de regeneração. Deste modo, julgamos que o número maior de

ocupações em ninhos-isca nestas áreas seja reflexo da baixa densidade de árvores com diâmetros maiores, uma vez que este fator pode limitar a enxameação das espécies de abelhas sem ferrão (Hubbell & Johnson, 1977; Martins *et al.*, 2004). Este resultado apoia a capacidade de *Tetragonisca angustula* em responder rapidamente às variações na disponibilidade de cavidades em ambientes com vegetação em estágios iniciais de regeneração das bordas da floresta (Batista *et al.*, 2003; Oliveira *et al.*, 2013). Bem como, o comportamento generalista de nidificação, e a alta taxa de enxameação desta espécie em ambientes antropizados, são significativamente maiores do que em locais de florestas antigas de Mata Atlântica (Batista *et al.*, 2003; Slaa, 2006; Silva *et al.*, 2014).

Os tamanhos de ninhos naturais de abelhas sem ferrão variam amplamente entre as espécies, algumas ocupam cavidades de 0,3 L, enquanto outras pode estar acima de 300 L (Inoue *et al.*, 1993). Estudos anteriores apontam que existe um limite mínimo para o volume da cavidade, mas não para um volume máximo (Hubbell & Johnson, 1977; Eltz *et al.*, 2003). Neste estudo, observamos o maior número de ocupações por *T. angustula* nos ninhos-isca de 3 L, o que também ocorreu em outros trabalhos (Oliveira *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2014). Este resultado deve-se possivelmente ao fato de que espécies de abelhas sem ferrão que possuem o corpo pequeno, como no caso de *T. angustula*, geralmente constroem ninhos pequenos (Hubbell & Johnson 1977). Deste modo, o volume menor dos ninhos-isca ocupados neste trabalho não limitou a nidificação desta espécie. No entanto, ainda são poucos os trabalhos utilizando ninhos-isca no Brasil (Oliveira, 2013; Silva *et al.*, 2014; Arena *et al.*, 2018).

*Scaptotrigona xanthotricha* ocupou um ninho-isca de 5 L instalado na trilha Três Pontes. *S. xanthotricha* é uma abelha com comportamento defensivo, de tamanho médio (6 - 7 mm), e tem ninhos populosos com uma entrada grande (Nogueira-Neto, 1970; Batista *et al.*, 2003). A ocupação de ninhos-isca de maior volume por esta espécie também foi registrado nos trabalhos realizados por Batista *et al.* (2003) e Silva *et al.* (2014). Possivelmente, o tamanho das abelhas e a grande população de suas colônias sejam fatores que limitam a nidificação desta espécie em ninhos-isca com volume menor (Hubbell & Johnson, 1977). A trilha três Pontes foi a trilha que

apresentou maior número de árvores com o CAP > 30 cm, e possivelmente apresenta um maior número de cavidades adequadas para abrigar as colônias desta espécie (Hubbell & Johnson, 1977; Batista *et al.*, 2003).

A maior taxa de ocupação de ninhos-isca ocorreu no período chuvoso, apoiando a nossa hipótese. Com o início da primavera, inicia-se a floração de várias espécies de plantas (Opler *et al.*, 1976), há um aumento na temperatura e disponibilidade de recursos florais (néctar e pólen). A disponibilidade de recursos alimentares é um fator importante para o processo de enxameação das abelhas sem ferrão. Durante este processo, a colônia-mãe produz de 20-50% a mais de células de cria e armazena cerca do dobro de pólen e mel. Destes, cerca de 30% da colônia-mãe vai ser transferida para a colônia-filha (Inoue *et al.*, 1984; Van Veen & Sommeijer, 2000). Portanto, recomendamos a instalação de ninhos-isca no início da primavera em áreas de Mata Atlântica.

Observamos um aumento no peso das colônias de *T. angustula* no período chuvoso, e uma perda de peso no período seco, apoiando a nossa hipótese. Neste período há uma grande oferta de recursos florais para as abelhas e como consequência, ocorre um aumento de peso devido ao alimento estocado e produção de cria. As baixas temperaturas registradas durante o período seco também atua como um fator limitante ao comportamento de forrageio de *T. angustula*. Com as baixas temperaturas, o período de forrageamento se reduz, a colônia sofre uma diminuição populacional, e há uma menor disponibilidade de recursos florais associada à diminuição da chuva (Iwama, 1997, Buijn & Sommeijer, 1997, Aleixo *et al.*, 2017). A baixa oferta de recursos florais e os fatores climáticos exercem influência significativa sobre a atividade de forrageamento das abelhas (Kleinert-Giovanini & Imperatriz-Fonseca, 1986).

O ganho ou a perda de peso das colônias de *T. angustula* foi similar, independente do ponto amostral em que foram instaladas, não apoiando nossa hipótese. A demanda por alimentos em colônias de abelhas sem ferrão é alta e continua ao longo do ano, pois suas colônias são perenes (Nogueira-Neto, 1997). Além da oferta e a demanda de recursos florais, local e temporal, as colônias de abelhas sem ferrão com operárias de tamanhos menores ficam mais vulneráveis a flutuação sazonal de recursos alimentares, devido a uma relação estreita entre a área de forrageamento e o tamanho do corpo (Van.

Nieuwstadt & Iraheta, 1996; Araújo *et al.*, 2004). Neste contexto, o tamanho corporal, a área de voo das abelhas e as características da vegetação de cada ponto amostral, não foi um fator limitante para o desenvolvimento das colônias. Pois as estratégias de forrageamento da colônia determinam a capacidade de amortecer as flutuações do fornecimento de recursos alimentares restrita a sua área de vida (Dantas e Silva *et al.*, 2021).

A partir dos resultados apresentados, podemos concluir que ambientes mais preservados possuem um número maior de árvores com maiores diâmetros, as quais podem oferecer cavidades para serem ocupadas por colônias de abelhas sem ferrão. Os resultados de ocupação de ninhos-isca corroboram com este resultado, pois a maior taxa de ocupação se deu em ambientes de vegetação primária e secundária, com baixa densidade de árvores com diâmetros maiores. Por isso, reiteramos a importância da preservação destas áreas e extrapolamos nossas considerações também para outros biomas e áreas urbanizadas, em que árvores de grande porte muitas vezes são eliminadas sem avaliação correta quanto ao risco de acidentes, impossibilitando o estabelecimento e manutenção das espécies de abelhas sem ferrão nestes locais.

## 5. Referências bibliográficas

- Aleixo, K. P.; Menezes, C.; Imperatriz-Fonseca, V. L. & Silva, C. I. 2017. Seasonal availability of floral resources and ambient temperature shape stingless bee foraging behavior (*Scaptotrigona* aff. *depilis*). *Apidologie*, 48: 117-127. DOI: 10.1007/s13592-016-0456-4.
- Almeida, M. C. de & Laroca, S. 1988. *Trigona spinipes* (Apidae, Meliponinae): taxonomia, bionomia e relações tróficas em áreas restritas. *Acta Biológica Paranaense*, Curitiba, 17: 67-108.
- Araújo, 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. *Brazilian Journal of Biology*, 64, 563–568. DOI:10.1590/S1519-69842004000400003.
- Arena, M. V. N.; Destéfani, F. C.; Silva, T. N.; Mascontti, J. C. S.; Silva-Zacarin, E. C. M. 7 Toppa, R. H. 2018. Challenges to the conservation of stingless bees in Atlantic Forest patches: old approaches, new applications. *Journal of Insects Conservation*, 22: 627-633. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10841-018-0090-8>.
- Barbieri, E. & Cavalheiro, F. 1999. Impactos nos microclimas da Ilha comprida decorrentes da retirada de vegetação. *Boletim Paulista de Geografia*, 76: 67-87.
- Batista, M. A.; Ramalho, M. & Soares, A. E. E. 2003. Nesting sites and abundance of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) in heterogeneous habitats of the Atlantic rain forest, Bahia, Brazil. *Lundiana* 4:19–23.
- Biesmeijer, J. & Slaa, E. J. 2004. Information flow and organization of stingless bee foraging. *Apidologie*, 35, 143–157. DOI: 10.1051/apido:2004003.
- Bruijn, L. L. M & Sommeijer, M. J. 1997. Colony foraging in diferente species of stingless bee (Apidae, Meliponini) and regulation of individual nectar foraging. *Insectes Sociaux*, 44: 35-47.
- Dajoz, R. 1973. *Ecologia Geral*. São Paulo, Vozes/Edusp, 12-75.
- Dantas e Silva, M.; Ramalho, M. & Rosa, J. F. 2021. Annual survival rate tropical stingless bee colonies (Meliponini): variation among habitats at the landscape scale in the Brazilian Atlantic Forest. *Sociobiology*, 68: e-5147. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v68i1.5147>.
- Eltz, T.; Brühl, C. A.; Imiyabir, Z. & Linsenmair, K. E. 2003. Nesting and nest trees of stingless bees (Apidae: Meliponini) in lowland dipterocarp forests in Sabah, Malaysia, with implications for forest management. *Forest Ecology and Management*, 172, 301–313.
- Engels, W. & Imperatriz-Fonseca, V. L. 1990. *Caste development, reproductive strategies, and control fertility in honey bees and stingless bees*. In: Engels, W. (ed), *Social Insects: Na evolutionary approach to castes and reproduction*, Springer-Verlag, Berlin, 167-230.
- Faustino, C. D; Silva-Matos, E. V.; Mateus, S. & Zicchi, R. 2002. First record of emergency queen rearing in stingless bees (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). *Insectes Sociaux*. 49. 111-113. DOI:10.1007/s00040-002-8287-x.
- Halverson, M.A., Skelly, D.K., Kiesecker, J.M. & Freidenburg, L.K. 2003. Forest mediated light regime linked to amphibian distribution and performance. *Oecologia*, 134:360-364. DOI: 10.1007/s00442-002-1136-9.

- Hofstede, F. E. & Sommeijer, M. J. 2006. Effect of food availability on individual foraging specialization in the stingless bee *Plebeia tobagoensis* (Hymenoptera, Meliponini). *Apidologie*, 37: 387-397. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2006009>.
- Hubbell P. & Johnson, L. K. 1977. Competition and nest spacing in a tropical stingless bee community. *Ecology*, 58: 949-963. DOI: <https://doi.org/10.2307/1936917>.
- ICMBIO. 2008. *Plano de manejo da Reserva Biológica União*. MMA/ICMBIO. V. Encarte2, p. 170.
- Inoue, T.; Sakagami, S.F.; Salmah, S. & Yamane, S. 1984. The process of colony multiplication in the Sumatran stingless bee *Trigona* (Tetragonula) *laeviceps*. *Biotropica*, 16: 100–111. DOI: <https://doi.org/10.2307/2387841>.
- Inoue, T.; Nakamura, K.; Salmah, S. & Abbas, I. 1993. Population-dynamics of animals in unpredictably-changing tropical environments. *Journal of Biosciences*, 18: 425–455.
- Iwama, S. 1977. Coleta de alimentos e qualidade do mel de *Tetragonisca angustula* Latreille (Apidae, Meliponinae). Dissertação de Mestrado em Ciências – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 134p.
- Jarau, S.; Van Veen, J. W.; Twele, R.; Reichle, C.; Gonzales, E. H.; Aguilar, I.; Francke, W. & Ayasse, M. 2010. Workers make the queens in *Melipona* Bees: Identification of geraniol as a caste determining compound from labial glands of nurse bees. *Journal of Chemical Ecology*, 36: 565-569. DOI: 10.1007/s10886-010-9793-3.
- Kerr, W. E. 1948. *Estudos sobre o gênero Melipona*. Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, 5: 181-276. DOI:<https://doi.org/10.1590/S0071-12761948000100005>.
- Kerr, W. E. 1950a. Evolution of the mechanism of caste determination in the genus *Melipona*. *Evolution*, 4: 7–13. DOI: <https://doi.org/10.2307/2405530>.
- Kerr, W. E. 1950b. Genetic determination of castes in the genus *Melipona*. *Genetics*, 35: 143–152.
- Kerr, W. E. 1951. *Bases para o estudo da genética de populações dos Hymenoptera em geral e dos Apinae sociais em particular*. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 8: 219-354. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0071-12761951000100014>.
- Kerr, W. E.; Zucchi R.; Nakadaira, J. T. & Butolo, J. E. 1962. Reproduction in the social bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of the New York Entomological Society*, 70: 265-276.
- Kerr, W. E.; Carvalho, G. A. & Nascimento, V. A. 1996. *Abelha Uruçu: biologia, manejo e conservação*. Acangaú, Belo Horizonte, 144p.
- Kerr, W. E. 1997. A importância da meliponicultura para o país. *Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento*, 1: 42-44.
- Kleinert-Giovanini, A & Imperatriz-Fonseca, V. L. 1986. Flight activity and responses to climatic conditions of two species of *Melipona marginata* Lep. (Apidae, Meliponini). *Jornal of Apicultural Research*, 25, 3-8. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.1986.11100685>.
- Martins, C. F.; Cortopassi-Laurino, M.; Koedam, D. & Imperatriz-Fonseca, V. L. 2004. Espécies Arbóreas Utilizadas para Nidificação por Abelhas sem Ferrão na Caatinga (Seridó, PB João Câmara, RN). *Biota Neotropica*, 4: 1–8. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032004000200003>.

- Michener, C.D. 1974. *The social behavior of the bees. A comparative study*. Harvard University Press, Cambridge.
- Michener, C. D. 2007. *The Bees of the World*. 2<sup>a</sup> ed. Baltimore: JHU Press, 992p.
- Moo-Valle, H.; Quezada-Euán, J. J. G & Wenseleers, T. 2001. The effect of food reserves on the production of sexual offspring in the stingless bee *Melipona beecheii* (Apidae, Meliponini). *Insectes Sociaux*, 48: 398-403. DOI: DOI:10.1007/PL00001797.
- Nimer, E. & Valverde, O. 1972. Climatologia da Região Sudeste do Brasil: Introdução à Climatologia dinâmica. *Revista Brasileira de Geografia*, 34: 3-48.
- Nogueira-Ferreira, F.H. & Soares, A.E.E. (1998). Male aggregations and mating flight in *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Iheringia, Série Zoologia*, 84: 141-144.
- Nogueira-Neto, P. 1954. Notas bionômicas sobre meliponíneos III – sobre a enxameagem. *Arquivos do Museu Nacional*, 42: 419-452.
- Nogueira-Neto, P. 1970. *A Criação de abelhas indígenas sem ferrão* (Meliponinae). 2 ed, São Paulo: Chácaras e Quintais. 365p.
- Nogueira-Neto, P.; Imperatriz-Fonseca, V. L.; Kleinert-Giovannini, A.; Viana, B. F. & Castro, M. S. 1986. *Biologia e manejo das abelhas sem ferrão*. São Paulo: Tecnapis, 54 p.
- Nogueira-Neto, P. 1997. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. Nogueirapis, São Paulo, 447p.
- Oliveira, R. C.; Menezes, C.; Soares, A. E. E. & Imperatriz Fonseca, V. L. 2013. Trap-nest for stingless bees (hymenoptera, Meliponini). *Apidologie*, 44: 29-37. DOI: 10.1007/s13592-012-0152-y.
- Opler, P.A., Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the release, timing, and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. *Journal of Biogeography*, 3: 231- 236. DOI: <https://doi.org/10.2307/3038013>.
- Pena, E. A. & Slate, E. H. 2006. Global Validation of Linear Model Assumptions. *Journal of the American Statistical Association*, 101:341-354.
- Pirani, J. R. & Cortopassi-Laurino. 1993. *Flores e abelhas em São Paulo*. São Paulo: Edusp/Fapesp, 192p.
- Pough, F.H., Stewart, M.M. & Thomas, R.G. 1977. Physiological basis of habitat partitioning in Jamaican *Eleutherodactylus*. *Oecologia*, 27:285-293. DOI: DOI:10.1007/BF00345561.
- Rodrigues, P.J.F.P. 2004. A vegetação da Reserva Biológica União e os efeitos de borda na Mata Atlântica fragmentada. Tese de Doutorado, Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual Norte Fluminense, 153p.
- Roubik, D. W. 1989. *Ecology and natural history of tropical bees*. Cambridge, Cambridge University, 514p.
- Roubik, D. W. 1990. Mate location and mate competition in males of stingless bees. *Entomologia Generalis*, 15: 115-120. DOI: 10.1127/entom.gen/15/1990/115.
- Roubik, D. W. 2006. Stingless bee nesting biology. *Apidologie*, 37, 124–143. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2006026>.
- Sakagami, S. F. 1982. *Stingless bees*. In: Hermann HR (ed) *Social insects*. Academic, New York, pp 361–423.



- Samejima, H.; Marzuki, M.; Nagamitsu, T. & Nakasizuka, T. 2004. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. *Biological Conservation*, 120: 577–587. DOI:10.1016/j.biocon.2004.03.030.
- Santos, H. G. dos; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C. dos; Oliveira, V. A. de; Oliveira, J. B. de; Coelho, M. R.; Lumbreras, J. F. & Cunha, T. J. F. 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.
- Silva, M. D.; Ramauro, M. & Monteiro, D. 2013. Diversity and habitat use by stingless bees (Apidae) in the Brazilian Atlantic Forest. *Apidologie*, 44: 699–707. DOI: 10.1007/s13592-013-0218-5.
- Silva, M. D.; Ramalho, M. & Monteiro, D. 2014. Communities of Social Bees (Apidae: Meliponini) in Trap-Nests: The Spatial Dynamics of Reproduction in an Area of Atlantic Forest. *Neotropical Entomology*, 43: 307–313. DOI: 10.1007/s13744-014-0219-8.
- Slaa, E. J. 2006. Population dynamics of a stingless bee community in the seasonal dry lowlands of Costa Rica. *Insect Sociaux*, 53: 70–79. DOI: 10.1007/s00040-005-0837-6.
- Teixeira, L. V. 2007. Produção de rainhas em colônias de *Plebeia lucii* (Hymenoptera, Apidae, Meliponina). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa – Viçosa.
- Van. Nieuwstadt, M. G. L. & Iraheta, R. C. E. 1996. Relation between size and foraging range in stingless bees (Apidae, Meliponinae). *Apidologie*, 27: 219-228. DOI: 10.1051/apido:19960404.
- Van Veen J. W & Sommeijer M. J. 2000. Colony reproduction in *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini). *Insectes Sociaux*, 47: 70-75. DOI: 10.1007/s000400050011.
- Veloso, H. P.; Rangel Filho, A. L. R. & Lima, J. C. A. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro, IBGE. 124p.
- Venables, W. N. & Ripley, B. D. 2002. Modern Applied Statistics with S.4th edition, Springer.
- Wille, A. 1983. Biology of stingless bees. *Annual Review of Entomology*, 28: 123-147.

## CAPÍTULO 3

### INTERAÇÕES DE *TETRAGONISCA ANGUSTULA* COM PLANTAS FONTES DE RECURSOS FLORAIS NA RESERVA BIOLÓGICA UNIÃO

#### 1. Introdução

O pólen e o néctar são fontes principais de recursos alimentares para as abelhas. O néctar é a principal fonte de carboidrato das abelhas, e é composto por três tipos de açúcares, os mais comuns são sacarose, frutose e glicose, além de aminoácidos, lipídeos, antioxidantes, alcaloides, substâncias fenólicas e glicosídeos (Baker, 1977). O pólen é a principal fonte de proteína para a imensa maioria das espécies de abelhas (Michener, 1974), sendo fonte de alimento nitrogenado utilizado pelas larvas e adultos, e a sua falta pode levar a morte da colônia (Roulston *et al.*, 2000; Silva & Paz, 2012). Entretanto, podemos destacar três espécies de abelhas sem ferrão, *Trigona hypogea*, *T. Cassipes* e *T. necrophaga*, que digerem carne e outros tecidos animais, ao invés de pólen (Nogueira-neto, 1997; Mateus & Noll, 2004).

O grão de pólen apresenta uma camada externa, estruturada e ornamentada conhecida como exina, composta por esporopolenina (terpenos polímeros), um dos materiais mais resistentes encontrados na natureza. A exina protege o grão contra ação mecânica, desidratação, ataque bacteriano e fúngico, é extremamente resistente a ácidos concentrados, pode suportar temperaturas de até 300°C, e permanece inalterada por milênios, permitindo o estudo do pólen fóssil (Erdtman, 1960; Bedinger, 1992; Brand, 2011). A estrutura dos grãos de pólen possibilita o reconhecimento taxonômico da espécie vegetal em questão, principalmente através da análise da exina, o que é feito baseando-se em conjuntos de caracteres morfológicos como, forma, abertura, esculturas, dimensões e unidade polínica (Salgado-Labouriau, 1973).

A análise polínica é uma técnica que pode ser utilizada em múltiplas disciplinas e oferece meios de pesquisas sobre mudanças climáticas, rotas de migração, mecanismos de polinização, forrageamento, origem do mel e pólen, entre outros (Jones e Jones, 2001). A Entomopalinologia é o estudo do pólen

associado aos insetos. Através da Entomopalinologia, é possível compreender o espectro de fontes florais presentes na dieta das abelhas e avaliar a atratividade das flores, bem como os aspectos ecológicos relacionados à distância de vôo, à dinâmica de forrageamento, à competição e aos padrões sazonais das plantas fontes de pólen (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 1993; Oliveira *et al.*, 2009; Marques *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2012). A palinologia, com essa abordagem, permite o conhecimento das plantas visitadas pelas abelhas, indicando as fontes de néctar e de pólen e fornece informações que auxiliam a compreensão de interações tróficas, evolutivas e ecológicas entre espécies (Novais *et al.*, 2013; Hautequestt *et al.*, 2020). Estudos importantes foram feitos e hoje são importantes referências para o estudo da Palinologia e da Melissopalynologia no mundo, tornando possível a demonstração e visualização das peculiaridades de cada tipo polínico, através da descrição e ilustração das características morfológicas (Salgado-Labouriau, 1973; Barth & Melhem, 1988; Melhem, 1978; Melhem *et al.*, 2003 e Punt *et al.*, 2007).

A teoria de redes têm auxiliado cada vez mais nos estudos da estrutura das interações entre espécies nas comunidades, possibilitando investigações qualitativas e quantitativas no espaço e no tempo. Essa ferramenta fornece um arcabouço teórico que permite a descrição de padrões no uso de recursos e a compreensão da estrutura de interações que podem ser mensuradas usando métricas de topologia de rede (Bascompte *et al.*, 2003; Lewinsohn *et al.*, 2006, Bascompte & Jordano 2007; Heleno *et al.*, 2014). O conhecimento do nicho trófico, da variação espaço-temporal, amplitude e sobreposição de nichos podem contribuir para entender a origem, evolução e manutenção dessas interações. Esta abordagem constitui uma alternativa importante na avaliação do padrão de uso de recursos alimentares, que inclui a frequência e a intensidade de uso e pode ser usada também como uma medida na análise da organização das comunidades (Aguiar, 2003; Franco *et al.*, 2009). Deste modo, a aplicação da palinologia e de métricas de rede de interações mutualísticas pode contribuir para o conhecimento do padrão de uso de recursos polínicos utilizados pelas abelhas sem ferrão.

*Tetragonisca angustula* é uma espécie amplamente distribuída pela América Latina, desde o sul do México até a Argentina (Nogueira-Neto, 1997). É uma espécie generalista em relação à escolha de locais para nidificação e a

utilização de recursos alimentares (Knoll & Imperatriz-Fonseca, 1987). Sendo, portanto, importante agente polinizador de diferentes espécies vegetais como, Asteraceae, Euphorbiaceae, Moraceae, Fabaceae e Anacardiaceae (Lorenzon & Morado, 2014). Ainda não se conhece sobre as plantas fontes de recursos florais utilizadas por *Tetragonisca angustula* na Reserva Biológica União, bem como, sobre a utilização de recursos polínicos em uma variação espacial dentro desta importante área de preservação de Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro.

Este capítulo visa analisar as interações de *Tetragonisca angustula* com as plantas fontes de recursos florais e sua variação espacial em uma floresta ombrófila. Para isso, avaliamos o conteúdo polínico armazenado em potes de alimento, em uma perspectiva de redes ecológicas.

## **1.1 Hipótese**

Nossa hipótese é que a maior riqueza de interações ocorrerá em ambientes mais heterogêneos. Pois, nestes ambientes ocorrem maior germinação e rápido desenvolvimento de espécies pioneiras, compondo um estrato herbáceo composto por espécies diversas de ervas e plântulas (Brokaw, 1985). Estudos têm apontado que ambientes mais heterogêneas permitem maior diversidade de recursos dentro da faixa de forrageamento das abelhas, bem como, condições ambientais variáveis e disponibilidade de nicho que permitem uma maior quantidade de interações entre plantas e visitantes florais (Boscolo *et al.*, 2017).

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1 Manejo das colônias de *Tetragonisca angustula* e obtenção das amostras de pólen**

As colônias de *Tetragonisca angustula* capturadas nos ninhos-isca, conforme descrito no Item 2.3 do capítulo 2, foram transferidas para caixas de criação modelo (“Colmeia Uberlândia”, Kerr *et al.*, 1996). Esta transferência foi

feita seguindo os procedimentos necessários descritos no item 2.4 do capítulo 2. Após as transferências, doze colônias foram mantidas em caixas racionais, sendo uma em cada um dos 12 pontos amostrais (Figura 1), totalizando três colônias em cada trilha.

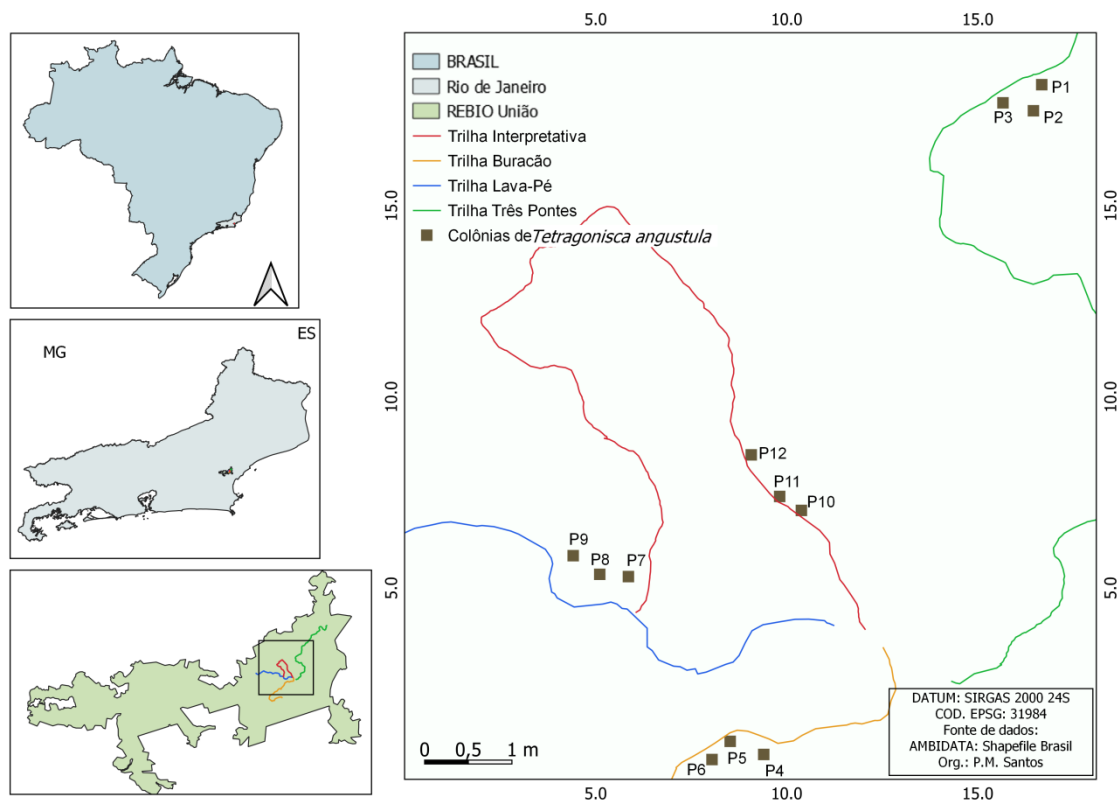


Figura 1 - Localização do fragmento de Floresta Ombrófila Densa estudado, Reserva Biológica União, localizada na região centro-norte Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. Os quadrados indicam a localização de colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas em caixa racional. Org: Patrícia Marques Santos.

No momento das transferências das colônias para as caixas racionais, todos os potes de alimento que estavam total ou parcialmente provisionados com alimento foram marcados com tinta esmalte de cor rosa. Os potes vazios foram marcados com tinta esmalte de cor branca. Os potes marcados de rosa não foram utilizados para coleta de material polínico, pois continham material armazenado anteriormente à transferência da colônia para o local definido de amostragem. Todo o material polínico analisado foi retirado de potes marcados em branco, cujo conteúdo foi provisionado pelas abelhas após a instalação da

colônia nos pontos de amostragem. Os potes de alimento foram fotografados após as marcações durante as amostragens, a fim de facilitar o reconhecimento dos potes marcados nas campanhas subsequentes.

As coletas de material polínico foram realizadas no período chuvoso, entre novembro de 2017 e janeiro de 2018. As colônias estavam no campo há pelo menos 26 dias. Em cada amostragem foi recolhido todo o conteúdo polínico de três potes de pólen de cada uma das 12 colônias de *T. angustula*. No mês de setembro de 2017 foram instaladas 12 colônias em cada ponto amostral, porém algumas colônias foram perdidas nestes primeiros meses devido à queda de árvores, ataques de forídeos ou de predadores maiores, e foram substituídas assim que foi possível (Tabela 1). Foram observados os seguintes critérios para a escolha dos potes: marcado com tinta esmalte cor branco ou sem marcações; potes totalmente fechados; coloração da cera mais clara e/ou com aspecto mais seco, indicando que foi provisionado dentro do período de amostragem.

Tabela 1. Data de instalação e data de coleta do material polínico em cada uma das 12 colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas na Reserva Biológica União, RJ, Brasil.

| Ponto amostral | Data de instalação | Data da coleta |
|----------------|--------------------|----------------|
| P1             | 22/09/2017         | 24/11/2017     |
| P2             | 23/11/2017         | 19/12/2017     |
| P3             | 23/11/2017         | 19/12/2017     |
| P4             | 21/09/2017         | 19/12/2017     |
| P5             | 21/09/2017         | 24/11/2017     |
| P6             | 21/09/2017         | 24/11/2017     |
| P7             | 19/12/2017         | 25/01/2018     |
| P8             | 21/09/2017         | 23/11/2017     |
| P9             | 21/09/2017         | 19/12/2017     |
| P10            | 24/11/2017         | 19/12/2017     |
| P11            | 24/11/2017         | 19/12/2017     |
| P12            | 21/09/2017         | 23/11/2017     |

## 2.2 Preparação das amostras e montagem das lâminas

O conteúdo polínico dos três potes de pólen coletados em cada colônia de *Tetragonisca angustula* foi mantido em congelador até um dia antes do processo de acetólise, o que totalizou no máximo 120 dias. O total de 2 g de conteúdo polínico contido nos três potes amostrados de cada uma das 12 colônias foi pesado em balança eletrônica, e transferido para um tubo Falcon de 15 ml contendo ácido acético. Após 24 horas o material polínico foi submetido ao processo de acetólise (Erdtman, 1960), e foram preparadas três lâminas por colônia (Kearns & Inoué, 1993).

### 2.3 Análise polínica

As lâminas preparadas foram analisadas quanto à identidade dos grãos de pólen e estes foram contados em microscópio óptico, totalizando 400 grãos por lâmina e 1200 grãos por colônia. Os tipos polínicos encontrados foram fotografados sob microscópio óptico e os morfotipos polínicos foram identificados ou confirmados em nível de família de plantas por especialistas. Após a identificação, foi feita a contagem dos grãos de cada morfotipo, calculada a abundância total e relativa dos tipos polínicos, e utilizadas nas análises comparativas. As famílias e os tipos polínicos representados por menos de 3% do total de grãos de pólen (pólen isolado ocasional, conforme Barth, 1970 a, b, c; 1989, não foram incluídos nas análises de dados.

### 2.4 Análises de dados

A partir dos dados de abundância de cada tipo polínico, foram calculados os seguintes parâmetros ecológicos de cada tipo para cada ponto amostral (P1 a P12): riqueza (número de tipos polínicos encontrados nas amostras), abundância relativa (porcentagem de grãos de cada tipo em relação ao total de grãos de pólen identificados), e índices de diversidade e equitabilidade entre os pontos amostrais.

A diversidade de tipos polínicos em cada ponto amostral foi calculada a partir do índice de Shannon-Wiener ( $H' = -\sum p_i \ln p_i$ , onde  $p_i$  = proporção de

grãos de pólen do tipo i e  $\ln = \text{logaritmo neperiano}$ ). A equitabilidade ( $e = H'/\log S$ , onde  $H = \text{índice de Shannon}$  e  $S = \text{riqueza de tipos polínicos}$ ), derivada do índice de Shannon, permite representar a uniformidade da distribuição dos grãos de pólen nos diferentes pontos amostrais (amplitude de 0 a 1) (Pielou, 1966). Para estes cálculos foi utilizado o programa PAST versão 4.05 (Hammer *et al.*, 2001).

Para visualização da rede de interações bipartida entre as famílias botânicas e as colônias de *Tetragonisca angustula*, uma matriz qualitativa foi construída a partir da presença de grãos de pólen de cada família em cada colônia. Além disso, quatro matrizes quantitativas, uma para cada trilha, foram construídas a partir da abundância de grãos de pólen de cada família presente nas análises de cada uma das 12 colônias e utilizadas para calcular as seguintes métricas de redes: generalidade, número médio ponderado de espécies do nível inferior (famílias botânicas) conectadas ao nível superior (colônias das abelhas) (Tylianakis *et al.*, 2007; Bersier *et al.*, 2002); sobreposição de nicho das colônias, similaridade média de interação entre espécies do mesmo nível (colônias das abelhas), calculado com o índice de Horn (valores próximos de 0 indicam nenhum uso comum de nichos e 1 indica sobreposição de nicho perfeita). Todas as análises foram conduzidas no pacote bipartite do programa R (R Development Core Team 2009).

### 3. Resultados

Entre as 12 amostras estudadas (três colônias de *Tetragonisca angustula* em cada trilha), 22 famílias botânicas foram identificadas (Tabela 2). Dentre estas, as fontes mais abundantes nos 12 pontos amostrais foram Moraceae (18,61% dos grãos analisados), Cannabaceae (14,64%), Cecropiaceae (11,09%), Solanaceae (9,18%) e Malpighiaceae (7,01%). As famílias menos abundantes foram Apiaceae (0,47%), Amaryllidaceae (0,62%), Arecaceae (0,71%) e Phytolaccaceae (0,9%) (Tabela 2). As famílias Cannabaceae e Solanaceae destacaram-se também por serem as famílias representadas em todas as trilhas estudadas.



Seis famílias foram identificadas nas amostras de pólen das colônias mantidas na trilha Três Pontes (P1, P2 e P3), sendo Moraceae (66%) e Cannabaceae (14%) as mais abundantes. A colônia com maior riqueza, diversidade e equitabilidade foi a P1 (Tabela 2, Figura 2).

Foram identificadas 12 famílias nas amostras de pólen das colônias mantidas na trilha Buracão (P4, P5 e P6). As famílias mais abundantes foram: Anacardiaceae (19%) e Araceae (12%). A colônia com maior riqueza e diversidade foi a P5, e maior equitabilidade foi a P4 (Tabela 2, Figura 2).

Foram identificadas 14 famílias nas amostras de pólen das colônias mantidas na trilha Lava Pé (P7, P8 e P9). As famílias mais abundantes foram: Cecropiaceae (27%), Malpighiaceae (18%) e Solanaceae (16%). A colônia com maior riqueza foi a P8, sendo que a colônia com maior diversidade e equitabilidade foi a P7 (Tabela 2, Figura 2).

Foram identificadas 12 famílias nas amostras de pólen das colônias mantidas na trilha Interpretativa (P10, P11 e P12). As famílias mais abundantes foram: Cannabaceae (31%), Moraceae (16%) e Cecropiaceae (12%). As colônias com maior riqueza, diversidade e equitabilidade foi a P10 (Tabela 2, Figura 2).

Algumas famílias botânicas estiveram representadas em apenas uma colônia das três mantidas em cada trilha. Na trilha Três Pontes, isso ocorreu para Cannabaceae, Leguminosae e Solanaceae que foram registradas somente na colônia P1; Malpighiaceae, Ulmaceae somente na colônia P2 (Tabela 2; Figura 2). Na Trilha Buracão, Anacardiaceae, Cactaceae, Leguminosae e Solanaceae foram registradas somente na P4, enquanto que Aquifoliaceae, Asteraceae e Ulmaceae ocorreram somente na colônia P5; Amaryllidaceae e Cyperaceae foram registradas somente na colônia P6 (Tabela 2; Figura 2). Na Trilha Lava Pé, Iridaceae, Meliaceae, Palmae, Phytolacaceae e Ulmaceae ocorreram somente na P7; Apiaceae, Aquifoliaceae, Cactaceae, Cannabaceae e Cecropiaceae, foram registradas somente na colônia P8; e Malpighiaceae, Moraceae e Rubiaceae foram registradas somente na P9 (Tabela 2; Figura 2). Na trilha Interpretativa, Amaranthaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Leguminosae e Malpighiaceae foram registradas somente na colônia P10; Cannabaceae ocorreu somente na

P11; Araceae, Asteraceae, Cecropiaceae, Meliaceae e Solanaceae foram registradas somente na P12 (Tabela 2; Figura 2).

Tabela 2. Abundância (Abd), Abundância relativa (%), índice de diversidade e equitabilidade dos tipos polínicos coletados no interior das colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas nos 12 pontos amostrais, na Reserva Biológica União, RJ.

| Família            | %     | P1     |     | P2     |     | P3  |     | P4     |     | P5     |     | P6     |     | P7     |     | P8     |     | P9     |     | P10    |     | P11    |     | P12   |     |
|--------------------|-------|--------|-----|--------|-----|-----|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|-------|-----|
|                    |       | Abd    | (%) | Abd    | (%) | Abd | (%) | Abd    | (%) | Abd    | (%) | Abd    | (%) | Abd    | (%) | Abd    | (%) | Abd    | (%) | Abd    | (%) | Abd    | (%) | Abd   | (%) |
| Amaranthaceae      | 1,36  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 110    | 13  | -      | -   | -     | -   |
| Amaryllidaceae     | 0,62  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | 50     | 13  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Anacardiaceae      | 5,36  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | 391    | 37  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 42     | 5   | -      | -   | -     | -   |
| Apiaceae           | 0,47  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 38     | 4   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Aquifoliaceae      | 1,76  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | 65     | 11  | -      | -   | -      | -   | 77     | 8   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Araceae            | 5,37  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | 86     | 14  | 151    | 38  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 197   | 29  |
| Arecaceae          | 0,71  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 57     | 15  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Asteraceae         | 2,71  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | 132    | 22  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 87    | 13  |
| Cactaceae          | 3,20  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | 218    | 21  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 41     | 4   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Cannabaceae        | 14,64 | 202    | 45  | -      | -   | -   | -   | -      | -   | 46     | 8   | 55     | 14  | -      | -   | 159    | 16  | -      | -   | -      | -   | 722    | 90  | -     | -   |
| Cecropiaceae       | 11,09 | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 616    | 61  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 281   | 41  |
| Cyperaceae         | 1,11  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | 90     | 23  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Fabaceae           | 2,54  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 205    | 25  | -      | -   | -     | -   |
| Iridaceae          | 2,14  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 173    | 45  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Leguminosae        | 4,32  | 102    | 23  | -      | -   | -   | -   | 205    | 20  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 42     | 5   | -      | -   | -     | -   |
| Malpighiaceae      | 7,01  | -      | -   | 37     | 6   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 398    | 46  | 132    | 16  | -      | -   | -     | -   |
| Meliaceae          | 1,05  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 42     | 11  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 43    | 6   |
| Moraceae           | 18,61 | 64     | 14  | 530    | 82  | 392 | 100 | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 147    | 17  | 292    | 35  | 80     | 10  | -     | -   |
| Phytollacaceae     | 0,90  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 73     | 19  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Rubiaceae          | 1,86  | -      | -   | -      | -   | -   | -   | -      | -   | 63     | 11  | 48     | 12  | -      | -   | -      | -   | 39     | 5   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Solanaceae         | 9,18  | 82     | 18  | -      | -   | -   | -   | 231    | 22  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | 85     | 8   | 274    | 32  | -      | -   | -      | -   | 70    | 10  |
| Ulmaceae           | 4,00  | -      | -   | 81     | 13  | -   | -   | -      | -   | 205    | 34  | -      | -   | 37     | 10  | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -      | -   | -     | -   |
| Riqueza            |       | 6      |     |        |     | 12  |     |        |     | 14     |     |        |     | 12     |     |        |     |        |     |        |     |        |     |       |     |
| Total / Abundância |       | 450    |     | 648    |     | 392 |     | 1045   |     | 597    |     | 394    |     | 382    |     | 1016   |     | 858    |     | 823    |     | 802    |     | 678   |     |
| Diversidade        |       | 1,284  |     | 0,5878 |     | 0   |     | 1,348  |     | 1,656  |     | 1,498  |     | 1,428  |     | 1,249  |     | 1,164  |     | 1,58   |     | 0,3245 |     | 1,397 |     |
| Equitabilidade     |       | 0,9259 |     | 0,535  |     | -   |     | 0,9723 |     | 0,9243 |     | 0,9308 |     | 0,8871 |     | 0,6972 |     | 0,8394 |     | 0,8818 |     | 0,4682 |     | 0,868 |     |

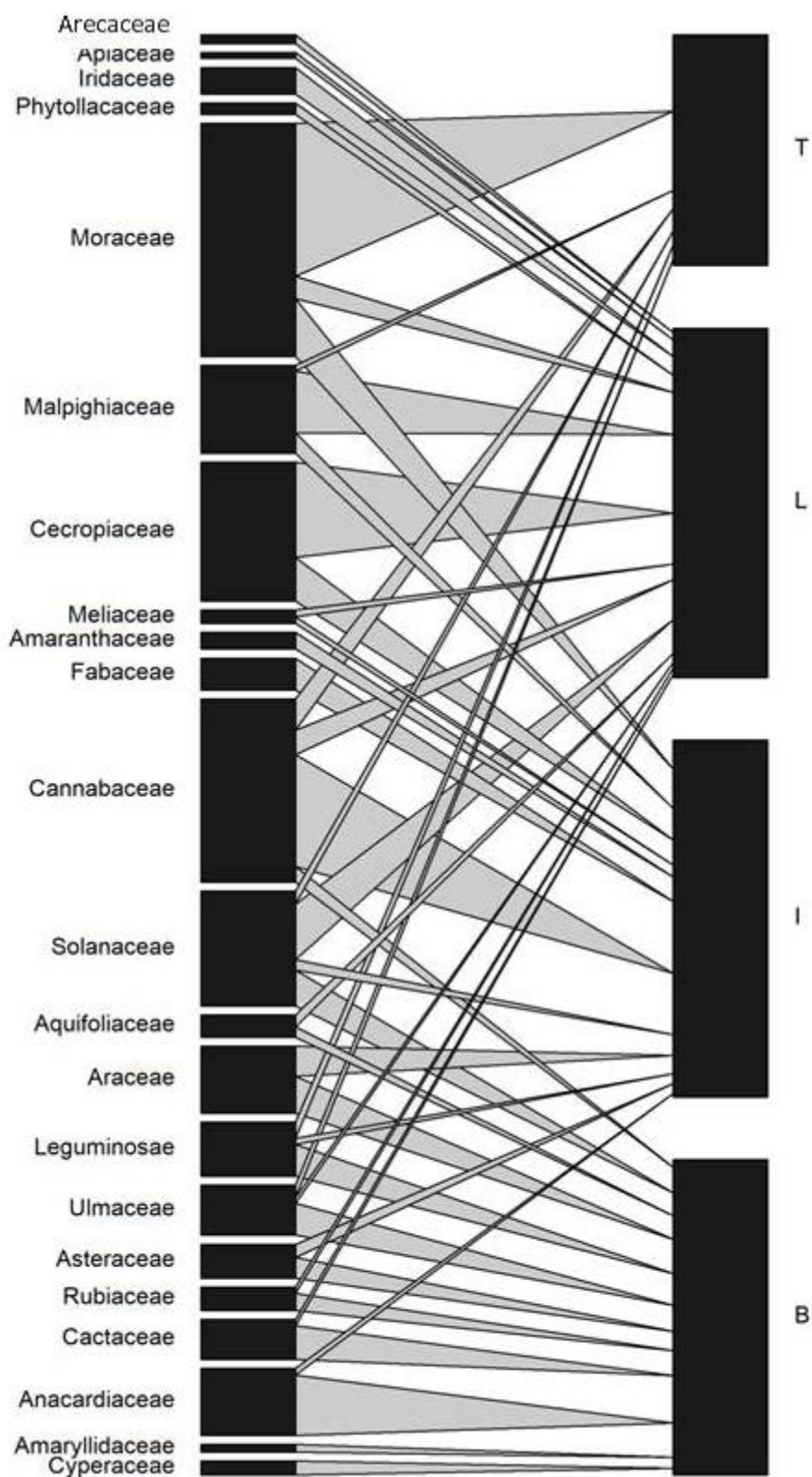


Figura 2 Rede quantitativa de interações entre as colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas nas Trilhas Três Pontes (T), Buracão (B), Lava Pé (L) e Interpretativa (I) e os tipos polínicos amostrados nos potes de pólen e descritos na Tabela 2.

As colônias mantidas nas Trilhas Lava Pé e Interpretativa utilizaram famílias botânicas distintas e isso influenciou nos baixos valores de sobreposição de nicho entre as colônias da mesma trilha (2% cada). A sobreposição de nicho entre as trilhas foi de 0,29. A Trilha Três Pontes foi o ponto amostral onde ocorreu maior sobreposição de nicho entre as colônias (47%) e menor valor de generalidade (2,1360); e a Trilha Buracão apresentou o maior valor de generalidade (4,3775) (Tabela 3), que indica o número médio de famílias associadas às colônias da trilha.

Tabela 3. Sobreposição de nicho entre colônias da mesma trilha e generalidade calculadas a partir das interações das 12 colônias de *Tetragonisca angustula* com plantas evidenciadas no material polínico dos potes de alimento de 12 colônias mantidas na Reserva Biológica União, RJ, Brasil

| Trilhas        | Número de colônias/potes amostrados | Sobreposição de Nicho | Generalidade |
|----------------|-------------------------------------|-----------------------|--------------|
| Buracão        | 3/9                                 | 0,1127                | 4,3775       |
| Interpretativa | 3/9                                 | 0,0223                | 3,4070       |
| Lava Pé        | 3/9                                 | 0,0235                | 3,4940       |
| Três Pontes    | 3/9                                 | 0,4736                | 2,1360       |

#### 4. Discussão

*Tetragonisca angustula* utilizou uma ampla diversidade de fontes polínicas, confirmando o seu comportamento de forrageamento generalista (Cortopassi-Laurinno, 1982). A análise de redes indicou baixa sobreposição de nicho entre as colônias da mesma trilha e entre trilhas diferentes. Além disso, os valores de generalidade indicam que várias famílias vegetais podem ser fontes de pólen para uma mesma colônia e que estas famílias diferem entre colônias e trilhas. Esse comportamento generalista resulta no alto potencial de polinização de espécies diferentes da Mata Atlântica. A alta diversidade de tipos polínicos encontrados nas amostras das colônias confirma esse padrão generalista e oportunista, aproveitando recursos variados conforme a

disponibilidade no entorno das colônias. Esta diversidade de recursos disponíveis na Rebio União é propiciada pela alta riqueza de espécies vegetais encontrada na área (Carvalho *et al.*, 2015).

Três pontos amostrais estudados se destacam pelo registro de uma maior riqueza de tipos polínicos amostrados: trilhas Buracão, Lava Pé e Interpretativa. Estes pontos estão localizados em áreas de transição e áreas de vegetação primária, entorno de plantios antigos de eucalipto, e áreas em processo de regeneração através do plantio de espécies nativas. São caracterizados por vegetação heterogênea, maior intensidade luminosa e temperaturas mais elevadas (Capítulo 2). Essas áreas mais heterogêneas possibilitam também a floração de espécies herbáceas anuais que são utilizadas pelas abelhas *T. angustula*. (Iwama & Melhem 1979; Imperatriz-Fonseca *et al.*, 1984; Carvalho & Marchini, 1999; Carvalho, Marchini & Ros, 1999; Morgado *et al.*, 2011; Braga *et al.*, 2012; Novais & Absy, 2013; Novais, Absy & Santos, 2013; Novais *et al.*, 2014; Leite *et al.*, 2015, Radaeski, *et al.*, 2020; Vieira *et al.*, 2020). Por outro lado, a trilha Três Pontes abriga trechos de floresta mais densa e preservada, com menor intensidade luminosa e sub-bosque mais sombreado o que refletiu na menor diversidade de tipos polínicos utilizados nesta área. Estes resultados confirmam nossa hipótese de que *T. angustula* coletaria maior riqueza e diversidade de tipos polínicos em ambientes mais heterogêneos.

As famílias vegetais mais frequentes nos pontos amostrais de maior diversidade (trilhas Buracão, Lava Pé e Interpretativa) apresentam hábitos de vida distintos, e a maior parte delas são ervas, arbustos e lianas. É o caso de Araceae e Ulmaceae, frequentes na trilha Buracão. As plantas da família Araceae apresentam aproximadamente 70% do total de espécies epífitas e trepadeiras (Grayum, 1990). O pólen e néctar são fontes de recurso alimentar (Croat, 1980). Característica comum entre estas famílias é a presença de inflorescências, que em Araceae são em espádice, com flores pequenas, actinomorfas e gineceu sincárpico (Grayum, 1990), e em Ulmaceae as flores são hermafroditas ou funcionalmente unissexuadas (Pederneiras & Machado, 2017).

Na trilha Lava Pé os tipos mais frequentes foram das famílias Cecropiaceae, Malpighiaceae e Iridaceae. Espécies de Cecropiaceae pode ter hábito arbóreo, podendo atingir até 30 m em algumas espécies. As plantas são essencialmente dioicas, a flor possui duas a quatro cálices, não possui pétalas, e oferece néctar e pólen como recurso para abelhas (Andrade, 1984). São plantas pioneiras comum em processo de regeneração, principalmente em clareiras e bordas de mata (Berg, 1978; Válio & Joly, 1979). Espécies de Iridaceae são ervas perenes ou anuais, frequentemente encontradas em campos abertos, desertos ou pastos. As flores são frequentemente efêmeras, em geral, morrem ao fim de dia de abertura (Eggers, 2008). A maioria das espécies é polinizada por insetos que buscam pólen e néctar (Judd *et al.*, 2009), algumas espécies possuem elaióforos que produzem óleos que também atraem polinizadores (Rudall *et al.*, 2004). Espécies de Malpighiaceae são lianas, subarbustos, arbustos e, raramente, árvores (Lobello & Forni-Martins, 2003). As inflorescências podem ser cimosas ou racemosas, geralmente bissexuadas, actinomorfas ou zigomorfas (Menezes & Flores, 2013). Óleo e pólen são os recursos florais disponíveis para os visitantes florais (Menezes, 2011).

Na trilha Interpretativa a maior frequência registrada foi de Cannabaceae, Cecropiaceae e Moraceae. As características ambientais de dois pontos desta trilha (P11 e P12) assemelham-se aos pontos amostrais da trilha Três Pontes e Trilha Lava Pé (Capítulo 2), além da similaridade na composição de famílias. Deste modo, podemos destacar uma semelhança entre as famílias mais frequentes nestes pontos amostrais, que é a presença de plantas de hábito arbóreo e que atingem grandes alturas. A família Cannabaceae apresenta hábito de vida muito variado, desde lianas/trepadeiras até arbustos e árvores, mas no Brasil ocorrem dois gêneros com distribuição em todos os biomas *Celtis* e *Trema*, cujo porte das espécies pode atingir 30 metros para *Celtis* (Souza, 2019), e 1,5 a 10 metros para *Trema* (Viana & Gil, 2018). As flores são unissexuais ou bissexuais, monoclinas ou díclinas, inconspícuas (Judd *et al.*, 2009) e oferecem pólen como recurso floral (Cannabaceae e Moraceae) (Datwyler & Weiblen, 2004; Machado *et al.*, 2019).

A trilha Três Pontes é caracterizada por áreas com a vegetação mais homogênea e com maior cobertura vegetal, com a presença de árvores mais

altas e mais velhas (Capítulo 2). A família Moraceae, tipo polínico mais representativo neste ambiente, possui hábitos de vida variados, apresentando espécies arbóreas, arbustivas, herbáceas, hemiepífitas ou trepadeiras (Santos, 2012). Esta família inclui subgêneros que podem chegar a grandes alturas, como por exemplo, o subgênero *Pharmacosycea* que podem atingir a altura de 30 a 40 metros. Deste modo, estimamos que árvores desta família estariam em floração abundante e as abelhas forrageiras as visitaram em massa para a coleta de pólen. Plantas da família Moraceae apresentam espécies monoicas ou dioicas com inflorescências axilares, bissexuadas ou unissexuadas, racemosas ou cimosas e flores aclamídeas ou monoclamídeas (Santos, 2012). As pequenas flores de Moraceae são usualmente polinizadas pelo vento (como nos gêneros *Morus* e *Broussonetia*), mas oferecem recurso de pólen que pode ser utilizado principalmente por pequenos insetos como abelhas (Datwyler & Weiblen, 2004). Em outras espécies, com destaque para os membros do gênero *Ficus*, predomina a entomofilia (Pereira *et al.*, 2000) e o pólen é também o principal recurso floral.

Algumas famílias botânicas amostradas neste estudo também foram relatadas anteriormente em amostras provenientes do mel e pólen estocado e do pólen corbicular de *Tetragonisca angustula*, em outras regiões no Brasil. A famílias botânicas já relatadas em outros estudos foram: Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apiaceae, Araceae, Asteraceae, Cactaceae, Cannabaceae, Cecropiaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Leguminosae, Malpighiaceae, Meliaceae, Moraceae, Phytollacaceae, Solanaceae e Ulmaceae (Iwama & Melhem 1979; Imperatriz-Fonseca *et al.*, 1984; Carvalho & Marchini, 1999; Carvalho, Marchini & Ros, 1999; Morgado *et al.*, 2011; Braga *et al.*, 2012; Novais & Absy, 2013; Novais, Absy & Santos, 2013; Novais *et al.*, 2014; Leite *et al.*, 2015, Radaeski, *et al.*, 2020; Vieira *et al.*, 2020). No entanto, algumas famílias botânicas não foram registradas nas amostras e também se destacaram como importante fonte de pólen nos trabalhos citados acima, são estas: Caesalpinaceae, Euphorbiaceae, Liliaceae, Melastomataceae, Myrtaceae e Momosaceae. Neste estudo, registramos pela primeira vez três famílias botânicas utilizadas como recurso trófico por *T. angustula* na Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro, são estas: Amaryllidaceae, Aquifoliaceae



e Iridaceae Amaryllidaceae, Aquifoliaceae e Iridaceae. Característica comum entre estas famílias é o pólen e o néctar como principal recurso alimentar (Judd *et al.*, 2009; Pires, *et al.*, 2013; RCPol, 2021). Em Iridaceae, algumas espécies possuem elaióforos que produzem óleos que também atraem polinizadores (Rudall *et al.*, 2004).

Nossos resultados confirmam a hipótese de que a maior riqueza de interações ocorreria em ambientes mais heterogêneos, uma vez que estes ambientes apresentam maior diversidade de recursos florais e possibilita maior número de interações entre as abelhas e as plantas. Diferentemente das interações observadas na Trilha Três Pontes em que é caracterizada por uma vegetação mais homogênea, com árvores altas e dossel fechado.

## 5. Referências bibliográficas

- Aguiar, C.M.L. 2003. Utilização de recursos florais por abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em uma área de Caatinga (Itatim, Bahia, Brasil). *Revista Brasileira de Zoologia*, 20: 457–467. DOI:10.1590/S0101-81752003000300015.
- Andrade, J. C. 1984. Néctar em *Cecropia Lyratiloba* Miq. Var. *nana* Andr. & Car. (Cecropiaceae). *Rodriguésia*, 36: 81-84. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-78601984365811>.
- Baker, H. G. 1977. Non-sugar chemical constituents of néctar. *Apidologie*, 8: 349-356. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:19770405>.
- Barth, O. M. & Melhem, T. S. 1988. *Glossário Ilustrado de Palinologia*. Campinas: Editora da Unicamp. 77p.
- Barth, O.M. 1970a. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 1. Pólen dominante. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 42: 351-366.
- Barth, O.M. 1970b. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 2. Pólen acessório. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 42: 571-590.
- Barth, O.M. 1970c. Análise microscópica de algumas amostras de mel. 3. Pólen isolado. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 42(4): 747-772.
- Barth, O.M. 1989. *O pólen no mel brasileiro*. Rio de Janeiro: Luxor. 150p.
- Bascompte, J. & Jordano, P. 2007. Plant-Animal Mutualistic Networks: The Architecture of Biodiversity. *Annual Reviews*, 38: 567-593. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095818>.
- Bascompte, J.; Jordano, P.; Melián, C. J. & Olesen, J. M. 2003. The nested assembly of plant-animal mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(16): 9383-9387. DOI:10.1073/pnas.1633576100.
- Bawa, K. S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11: 15-39. DOI:10.1146/annurev.es.11.110180.000311.
- Bedinger, P. 1992. The remarkable biology of pollen. *The Plant Cell*, 4: 879:887. DOI: <https://doi.org/10.2307/3869456>.
- Berg, C. C. 1978. Espécies de *Cecropia* da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*, 8: 149:182. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921978082149>.
- Bersier, L. F.; Banašek-Richter, C. & Cattin, M. F. 2002. Quantitative Descriptors of food-web matrices. *Ecology Ecological Society of America*, 83: 2394-2407. DOI: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2002\)083\[2394:QDOFWM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2002)083[2394:QDOFWM]2.0.CO;2).
- Boscolo, D.; Tokumoto, P. M.; Ferreira, P. A.; Ribeiro, J. W. & Santos, J. S. 2017. Positive responses os flower visiting bees to landscape heterogeneity depend on functional connectivity levels. *Perspectives in ecology and conservation*, 15: 18-24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.03.002>.
- Braga, J. A.; Sales, E. O.; Neto, J. S.; Conde, M. M.; Barth, O. M. & Lorenzon, M. C. 2012. Floral sources to *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae) and their pollen morphology in a Southeaster Brazilian Atlantic

- Forest. *Revista de Biologia Tropical*, 60: 1491-1501. DOI:10.15517/rbt.v60i4.2067.
- Brokaw, N. V. L. 1985. Treefalls, regrowth, and community structure in tropical forests. *In: The ecology of natural disturbance and patch dynamics* (S.T.A. Pickett & P.S. White, eds.). Academic Press, San Diego, 53-69p.
- Carvalho, C. A. L. & Marchini, L. C. & Ros, P. B. 1999. Fontes de pólen utilizadas por *Apis Mellifera* L. e algumas espécies de Trigonini (Apidae em Piracicada (SP). *Bragantia*, 58: 49-56. DOI:https://doi.org/10.1590/S0006-87051999000100007.
- Carvalho, C. A. L. & Marchini, L. C. 1999. Tipos polínicos coletados por *Nannotrigona testaceicornis* e *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera, Apidae, meliponinae). *Scientia Agricola*, 56. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-90161999000300029.
- Carvalho, F. A.; Braga, J. M. & Nascimento, M. T. 2015. Tree structure and diversity: comparison of disturbed and undisturbed remnants. *Journal of Forestry Research*, 27: 605-609. DOI:10.1007/s11676-015-0165-2.
- Cortopassi-Laurino, M. 1982. Divisão de recursos tróficos entre abelhas sociais principalmente em *Apis mellifera* Linné e *Trigona* (*Trigona*) *spinipes* Fabricius (Apidae, Hymenoptera). Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. 180p.
- Croat, T. B. 1980. Flowering behavior of the Neotropical Genus *Anthurium* (Araceae). *American Journal of Botany*, 67: 888-904. DOI: 10.1002/j.1537-2197.1980.tb07719.x.
- Datwyler, S. L. & Weiblen, G. D. 2004. On the origin of the fig: phylogenetic relationships of Moraceae from ndhF sequences. *American Journal of Botany*, 91: 767-777. DOI: 10.3732/ajb.91.5.767.
- Dórea, M. C.; Novais, J. S. & Santos, F. A. R. 2010. Botanical profile of bee pollen from the Southern coastal region of Bahia, Brazil. *Acta Botanica Brasílica*, 24, 862-867. DOI:10.1590/S0102-33062010000300028.
- Eggers, L. 2008. A família Iridaceae no Parque estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 6: 167-175.
- Erdtman, G. 1960. The acetolized method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54: 561-564.
- Franco, E. L.; Aguiar, C. M. L.; Ferreira, V. S. & Oliveira-Rebouças, P. L. 2009. Plant Use and Niche Overlap Between the Introduced Honey Bee (*Apis mellifera*) and the Native Bumblebee (*Bombus atratus*). *Sociobiology*, 53: 141-150.
- Gasparino, E. C. & Cruz-Barros, M. A. V. 2006. Palinologia. Curso de capacitação de monitores e educadores. Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Instituto de Botânica, São Paulo, 9p.
- Grayum, M. H. 1990. Evolution and phylogeny of the Araceae. *Missouri Botanical Garden Press*, 77: 628-697. DOI: https://doi.org/10.2307/2399668.
- Hammer, Q.; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4: 9p.

- Hautequestt, A.; Depra, M. ; Gonçalves-Esteves, Vania ; Mendonça, C. B. F.; Gaglianone, M. C. 2020. Pollen Load Spectrum of Tomato Pollinators. *Neotropical Entomology*. DOI:10.1007/s13744-020-00786-7.
- Heleno, R.; Garcia, C.; Jordano, P.; Traveset, A.; Gómez, J. M.; Blüthgen, N.; Memmott, J.; Moora, M.; Cerdeira, J.; Rodríguez-Echerría, S.; Freitas, H. & Olesen, J. M. 2014. Ecology networks: delving into the architecture of biodiversity. *Biology letters*, DOI: <https://doi.org/10.1098/rsbl.2013.1000>.
- Imperatriz-Fonseca, V. L.; Kleinert-Giovannini, A. & Ramalho, M. 1993. *Flores e Abelhas em São Paulo*. São Paulo, Edusp/FAPESP, 192 p.
- Imperatriz-Fonseca, V. L.; Kleinert-Giovannini, A.; Cortopassi-Laurino, M. & Ramalho, M. 1984. Hábitos de coleta de *Tetragonisca angustula angustula* Latreille (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). *Boletim de Zoologia da Universidade de São Paulo*, 8: 115-131. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2526-3358.bolzoo.1984.122174>.
- Iwama, S. & Melhem, T. S. 1979. The pollen spectrum of the honey of *Tetragonisca angustula angustula* Latreille (Apidae, Meliponinae). *Apidologie*, 10: 275-295. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:19790305>.
- Jones, G. D. & Jones, S. D. 2001. The uses of pollen and its implication for Entomology. *Neotropical Entomology*, 30: 314-349. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2001000300001>.
- Judd, W. S.; Campbell, C. S.; Kellogg, E. A.; Stevens, P. F. Donoghue, M. J. 2009. *Sistemática vegetal: Um enfoque filogenético*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 632p.
- Kearns, C.A. & Inouye, D.W. 1993. *Techniques for Pollination Biologists*. University Press of Colorado, Niwot.
- Kerr, W. E. 1996. *Biologia e manejo da tíuba: a abelha do Maranhão*. São Luís: EDUFMA, 156 p.
- Knoll, F. R. N. & Imperatriz-Fonseca, V. L. 1987. Abundance and resources visited by individuals of *Tetragonisca angustula*. In: Eder, J. & Rembold, H. Eds. *Chemistry and Biology of Social Insects*, Verlag J. Peperny, Munchen, 704-705.
- Leite, F. T.; Leite, T. C.; Souza, L. & Carrijo, T. T. 2015. Tipos polínicos coletados por *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) em um fragmento de floresta Atlântica no Espírito Santo. *Acta Scientiae & Technicae*, 3: 1-8. DOI: <https://doi.org/10.17648/uezo-ast-v3i1.80>.
- Lewinsohn, T.M.; Loyola, R.D. & Prado, P.I. 2006. Matrizes, redes e ordenações: a detecção de estrutura em comunidades interativas. *Oecologia Brasiliensis*, 10: 90-104. DOI:10.4257/oeco.2006.1001.06.
- Lobello, R. A. & Forni-Martins, E. R. 2003. Malpighiaceae: correlations between habit, fruit type and basic chromosome number. *Acta botânica Brasilica*, 17: 171-178. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000200001>.
- Lorenzon, M. C. & Morado, C. N. 2014. A abelha Jataí: florada visitada na Mata Atlântica – Rio de Janeiro: Letras e Versos. 122p.
- Machado, A. F. P.; Oliveira da Silva, M. F.; Oliveira, R. P. de, Giulietti; A. M. & Torres, D. S. C. 2019. Flora da Bahia: Cannabaceae. *Sitientibus série Ciências Biológicas*, 19: 1-14. DOI: 10.13102/scb3781.
- Marques, L. J. P.; Muniz, F. H.; Lopes, G. S & Silva, J. M. 2011. Survey of bee flora in Santa Luzia do Paruá, Southwest Amazonia, Maranhão. *Acta*

- Botanica Brasilica*, 25: 141-149. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000100017>.
- Mateus, S. & Noll, F. B. 2004. Predatory behavior in a necrophagous bee *Trigona hypogea* (Hymenoptera; Apidae, Meliponini). *Naturwissenschaften*, 91: 94-96. DOI: [10.1007/s00114-003-0497-1](https://doi.org/10.1007/s00114-003-0497-1).
- Melhem, T. S. 1978. Palinologia: suas aplicações e perspectivas no Brasil. *Coleção Museu Paulista Série Ensaio*, 2: 333-368.
- Melhem, T. S.; Cruz-Barros, M. A. V.; Corrêa, A. M. S.; Makino-Watanabe, H.; Silvestre-Capelato, M. S. F.; Gonçalves-Esteves, V. L. 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo*, 16:1-104.
- Menezes, G. B. 2011. Abelhas coletoras de óleos florais na Reserva Biológica União-RJ: Composição e diversidade de espécies, nidificação em ninhos-armadilha e utilização de fontes polínicas. Dissertação Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 96p.
- Menezes, J. & Flores, A. S. 2013. A família Malpighiaceae em uma área de savana em Roraima, Brasil. *Boletim do Museu Integrado de Roraima*, 7: 55-63. DOI: <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v7i02.760>.
- Michener, C. D. 1974. *The social behaviour of the bees*. Cambridge: Harvard University Press, 404 p.
- Moreira, E. F.; Boscolo, D. & Viana, B.F. 2015. Spatial heterogeneity regulates plant-pollinator networks across multiple landscape scales. *PLOS ONE*, 10(4): e0123628. DOI: [10.1371/journal.pone.0123628](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123628).
- Morgado, L. N.; Andrade, R. C.; Lorenzon, M. C. A. & Gonçalves-Esteves, V. 2011. Padrão polínico utilizado por *Tetragonisca angustula* Latreille (Apidae: Meliponina). *Acta Botanica Brasilica*, 25: 932-934. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000400021>.
- Nogueira-Neto, P. 1997. *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. São Paulo: Nigueirapis, 446 p.
- Novais, J. S. & Absy, M. L. 2013. Melissopalynological records of honey from *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) in the Lower Amazon, Brazil: pollen spectra and concentration. *Journal of Apicultural Research*, 54: 11-29. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2015.1041294>.
- Novais, J. S.; Absy, M. L. & Santos, F. A. R. 2013. Pollen grains in honey produced by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Hymenoptera: Apidae) in tropical semi-arid areas of northeastern Brazil. *Arthropod-Plant Interactions*, 7: 619-632. DOI: [10.1007/s11829-013-9276-x](https://doi.org/10.1007/s11829-013-9276-x).
- Novais, J. S.; Absy, M. L. & Santos, F. A. R. 2014. Pollen types collected by *Tetragonisca angustula* (Hymenoptera: Apidae) in dry vegetation in Northeastern Brazil. *European Journal of Entomology*, 111: 25-34. DOI: [10.14411/eje.2014.004](https://doi.org/10.14411/eje.2014.004).
- Oliveira, F.P.; Absy, M.L & Miranda, I.S. 2009. Recursos polínicos coletado por abelhas sem ferrão (Apidae, Meliponinae) em um fragmento de floresta na região de Manaus – Amazonas. *Acta Amazonica*, 39: 505-518. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672009000300004>.
- Pederneiras, L. C. & Machado, A. F. P. 2017. Flora do estado do Rio de Janeiro: Ulmaceae. *Rodriguésia*, 68: 541-543. Doi: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768216>.

- Pell, S. K.; Mitchell, J.D.; Miller, A. J. & Lobova, T. A. 2011. Anacardiaceae. *In*: Kubitzki, K. (ed.) The families and genera of vascular plants. Flowering Plants, Dicots - Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae. Berlin: Springer Verlag, 10: 7-50.
- Pereira, R. A. S.; Semir, J. & Menezes, A.O. 2000. Pollination and other biotic interactions in figs of *Ficus eximia* Schott (Moraceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 23: 217-224. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042000000200011>.
- Pielou, E.C. 1966. Species-diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *Journal Theory Biology*, DOI: 10: 370-383. [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90133-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90133-0).
- Pires, E. Z.; Stedille, L. I. B.; Machado, S.; Mantovani, A.; Bortoluzzi, L. C. 2013. Biologia reprodutiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Altomontana. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 13: 171-180.
- Punt, W.; Hoen, P. P.; Blackmore, S.; Nilsson, S.; Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 143: 1-81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>.
- R Development Core Team (2009) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org>.
- Radaeski, J. N.; Silva, J. G.; Silva, C. I. & Bauermann, S. G. 2020. Importantes fontes de recursos florais usadas na alimentação de abelhas no sul do Brasil. *In*: Silva, C. I.; Radaeski, J. N.; Arena, M. V. N. & Bauermann, S. G. 2020. Atlas de polens e plantas usados por abelhas, 1 ED. Sorocaba: CISE, 260p.
- Rede de catálogos polínicos online – RCPol. 2021. disponível em: <http://chaves.rcpol.org.br/>. acesso em: 07 agosto 2021.
- Roulston, T.H., Cane, J.H., Buchmann, S.L. 2000. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny? *Ecological Monographs*, 70: 617-643. DOI: [https://doi.org/10.1890/0012-9615\(2000\)070\[0617:WGPCOP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9615(2000)070[0617:WGPCOP]2.0.CO;2).
- Rudall, P. 2004. Iridaceae. *In*: Smith, N.; Mori, S. A.; Henderson, A.; Stevenson, D. W.; Healds, S. (eds.). Flowering plants of the Neotropics. The New York Botanical Garden & Princeton University Press, 448-449p.
- Salgado-Labouriau, M. L. 1973. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 285p.
- Santos, A. 2012. Moraceae Gaudich. (excl. *Ficus*) da Serra da Mantiqueira. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, SP. 192p.
- Silva, C. I.; Bordon, N. G.; Rocha-Filho, L. C.; Garófalo, C. A. 2012. The importance of plant diversity in maintaining the pollinator bee, *Eulaema nigrita* (Hymenoptera: Apidae) in sweet passion fruit fields. *Revista de Biologia Tropical*, 60: 1553-1565. DOI: 10.15517/rbt.v60i4.2073.
- Silva, W.P. & Paz, J. R. L. 2012. Abelhas sem ferrão: muito mais que uma importância econômica. *Natureza online*, 10: 146-152.

- Souza, B. Z. 2019. *Celtis* L. (Cannabaceae) do Brasil. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, SP. 206p
- Tylianakis, J. M.; Tscharntke, T. & Lewis, O. T. 2007. Habitat modification alters the structure of tropical host-parasitoid food webs. *Nature*, 445: 202-205. DOI: 10.1038/nature05429.
- Válio, I. F. M. & Joly, C. A. 1979. Light sensitivity of the seeds on the distribution of *Cecropia glaziovii* Snethlage (Moraceae). *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie, Stuttgart*, 91: 371-376. DOI:10.1016/S0044-328X(79)80048-3.
- Viana, P. L. & Gil, A. S. B. 2018. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Cannabaceae. *Rodriguésia*, 69: 049-051. DOI: 10.1590/2175-7860201869105.
- Vieira, K. I. C.; Luz, C. F. P.; Fidalgo, A. O.; Moreira, N. C. & Resende, H. C. 2020. Floral resources used by *Tetragonisca angustula* (Latreille 1811) in áreas under the influence of the breach of the Fundão Dam in Mariana (Minas Gerais, Brazil). *Grana*, 1-31. DOI: 10.1080/00173134.2020.1721557.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

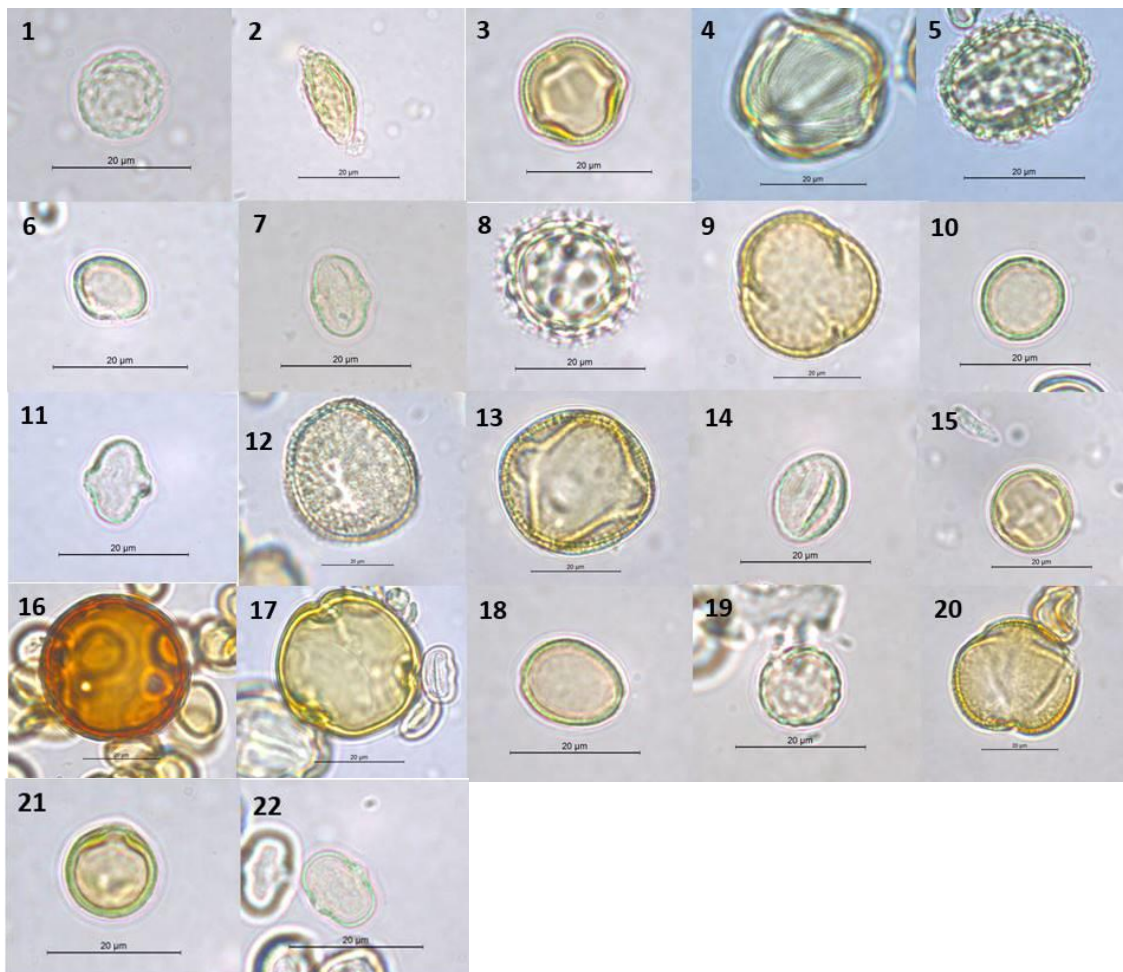
O conjunto de informações obtidas neste trabalho contribuiu para ampliar o conhecimento sobre a utilização de substratos pelas abelhas sem ferrão em uma área de Mata Atlântica. Foi possível destacar a importância da manutenção de áreas de mata e de árvores de grande porte, devido ao maior a possibilidade de apresentar cavidades que podem ser colonizadas por abelhas sem ferrão. Este resultado é confirmado pelo maior número de espécies e de ninhos amostrados na área de estudo que apresentou uma maior densidade de árvores com maior diâmetro, bem como, pelo menor número de ocupação de ninhos-isca.

A maior ocupação de ninhos-isca ocorreu pela espécie *Tetragonisca angustula* em áreas de vegetação em estágios primário, próximas a antigos plantios de eucalipto e áreas de restauração. Diferentemente das áreas mais preservadas, estas áreas possuem uma menor densidade de árvores com diâmetros maiores, e possivelmente oferece um número menor cavidades, o que pode estar restringindo a nidificação das abelhas sem ferrão nestes ambientes. A maior taxa de ocupação de ninhos-isca ocorreu no período chuvoso, e o peso das colônias aumentou neste mesmo período. Este período é caracterizado por maior floração, possibilitando uma maior oferta de recursos alimentares para as colônias aumentarem o estoque de alimentos e possivelmente enxamearem.

Este trabalho evidenciou que *Tetragonisca angustula* é generalista e oportunista em seu hábito de coleta de pólen, resultando no alto potencial de polinização de muitas espécies da Mata Atlântica. A alta diversidade de tipos polínicos encontrados nas amostras das colônias mantidas em ambientes heterogêneos confirmou esse padrão. Deste modo, espera-se que os resultados obtidos contribuam para a aplicação de políticas de manejo e conservação das abelhas sem ferrão das Unidades de Conservação de Mata Atlântica e de outros biomas, devido ao alto grau de ações antrópicas que estes ambientes vem sofrendo ao longo dos séculos.



# Apêndices



**Apêndice I** - Fotomicrografia dos tipos polínicos das famílias identificadas nos potes de pólen em colônias de *Tetragonisca angustula* mantidas na Reserva Biológica União, RJ, Brasil. 1 - Amaranthaceae; 2 - Amaryllidaceae; 3 - Anacardiaceae; 4 - Apiaceae; 5 - Aquifoliaceae; 6 - Araceae; 7 - Arecaceae; 8 - Asteraceae; 9 - Cactaceae; 10 - Cannabaceae; 11 - Cecropiaceae; 12 - Cyperaceae; 13 - Fabaceae; 14 - Iridaceae; 15 - Leguminosae; 16 - Malpighiaceae; 17 - Meliaceae; 18 - Moraceae; 19 - Phytollacaceae; 20 - Rubiaceae; 21 - Solanaceae; 22 - Ulmaceae.