

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

VITOR RODRIGO SEGALA TEIXEIRA

**A MORFOMETRIA NA ANÁLISE ESTRUTURAL DE ABELHAS
*MELIPONA QUADRIFASCIATA***

**FLORIANÓPOLIS-SC
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ZOOTECNIA**

VITOR RODRIGO SEGALA TEIXEIRA

**A MORFOMETRIA NA ANÁLISE ESTRUTURAL DE ABELHAS
*MELIPONA QUADRIFASCIATA***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência para obtenção
do Diploma de Graduação em Zootecnia da
Universidade Federal de Santa Catarina.
Orientador: Prof. Antônio Carlos Machado
da Rosa

**FLORIANÓPOLIS-SC
2019**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Teixeira, Vitor Rodrigo Segala Teixeira
A MORFOMETRIA NA ANÁLISE ESTRUTURAL DE ABELHAS MELIPONA
QUADRIFASCIATA / Vitor Rodrigo Segala Teixeira Teixeira ;
orientador, Antônio Carlos Machado da Rosa Rosa, 2019.
46 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Agrárias, Graduação em Zootecnia, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Zootecnia. 2. Morfometria. 3. Abelha. 4. Mandaçaia.
5. Melipona Quadrifasciata. I. Rosa, Antônio Carlos Machado
da Rosa. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Zootecnia. III. Título.

Vitor Rodrigo Segala Teixeira

**A MORFOMETRIA NA ANÁLISE ESTRUTURAL DE
ABELHAS *MELIPONA QUADRIFASCIATA***

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 14 de novembro de 2019.

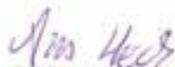
Banca Examinadora:



Eduardo Dellangelo Silveira
Meliponicultor - Meliponário Biguaçu



Willian Geldoni Costa
Supervisor - Parque Ecológico Cidade das Abelhas



Ana Claudia Heck
Mestranda - PPG Agroecossistemas - CCA/UFSC

*Dedico ao meu pai Pedro Vito Teixeira (in memoriam)
que foi o primeiro a me ensinar sobre as abelhas,
sempre me instruindo a olhar os detalhes da natureza.*

RESUMO

As abelhas sem ferrão, denominadas nativas, habitam vários lugares do mundo. Na América do Sul, por exemplo, esses insetos já eram encontrados antes mesmo da chegada dos colonizadores europeus, os quais trouxeram caixas de abelhas do gênero *Apis*, com o intuito de obter cera para velas. Por sua vez, os enxames nativos já eram de conhecimento dos índios que habitavam essas terras, tanto que as abelhas sem ferrão também são conhecidas como abelhas indígenas. A meliponicultura é a criação de abelhas nativas, e vem se aprimorando ao longo dos anos para obter mel, própolis, e outros produtos em quantidade e qualidade. Conhecer as dimensões de cada indivíduo é um dos passos a serem seguidos para caracterizar a espécie e gerar um padrão de análise. A morfometria fomenta isso ao medir características externas dos seres. Alguns trabalhos mostraram a variação morfológica, de acordo com a diferença de região, para abelhas com ferrão (FRANCOY, 2007, p 121). Este trabalho objetiva realizar a morfometria correlacionando abelhas de dois meliponários por meio de um programa gratuito de computador. Para as abelhas sem ferrão, esses estudos são poucos e, com a variedade de espécies com potencial de produção, o ramo torna-se um campo de estudo interessante. Uma das referências mais significativas para este trabalho foi Paulo Nogueira Neto, naturalista que dedicou sua vida aos estudos aprofundados das abelhas sem ferrão e em diversos livros divulgou dados inéditos que fomentam a meliponicultura até hoje.

Palavras-chave: Zootecnia, Morfometria, Abelha, Mandaçaia, *Melipona Quadrifasciata*.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Atlas com zoneamento térmico..... | 11 |
| Figura 2: Mandaçaia na flor do tomateiro..... | 13 |
| Figura 3: Minicurso de Abelhas Sem Ferrão Semazoot..... | 14 |
| Figura 4: Morfometria para padrões de asa de Borboleta..... | 16 |
| Figura 5: Ilustração de morfometria de aves..... | 17 |
| Figura 6: Diferença de tamanho de abelhas da mesma espécie..... | 17 |
| Figura 7 : Ilustração de morfometria de Equinos..... | 18 |
| Figura 8: Paquímetro..... | 18 |
| Figura 9: Imagem dos comandos ilustrados no programa..... | 20 |
| Figura 10 : Comando para Alteração de Brilho..... | 20 |
| Figura 11: Mandaçaia coletando própolis e fixando na corbícula..... | 21 |
| Figura 12 : Reconstrução artística de Cretotrigona prisca..... | 22 |
| Figura 13: Ilustração de povos antigos coletando mel e abelhas..... | 23 |
| Figura 14: Velas com cera de abelha..... | 24 |
| Figura 15 : Pintura rupestre de 8000 anos na caverna de Arana..... | 24 |
| Figura 16 : Esquema de Polinização..... | 25 |
| Figura 17: Caixa de abelhas abrigada..... | 26 |
| Figura 18 : Abelha Mandaçaia (Melipona quadrifasciata)..... | 28 |
| Figura 19 : Foto do interior do ninho da abelha Mandaçaia..... | 28 |
| Figura 20 : Ilustração da localização de municípios da Grande Florianópolis..... | 31 |

| | |
|---|----|
| Figura 21: Enxames do Meliponário Biguaçu..... | 33 |
| Figura 22 : Meliponário Didático Cidade das Abelhas..... | 34 |
| Figura 23: Gaiola Transportadora de rainha Apis..... | 35 |
| Figura 24 : Estereomicroscópio Trinocular..... | 36 |
| Figura 25: Base da Lupa com papel milimetrado..... | 36 |
| Figura 26: Programa ImageJ..... | 37 |
| Figura 27: “Calibração” pelo ajuste conhecido..... | 38 |
| Figura 28: Realce para o comando de linha e medições..... | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Local de coleta, identificação da colônia com o número de indivíduos..... | 35 |
| Tabela 2: Medidas das abelhas Cidade das Abelhas..... | 40 |
| Tabela 3: Medidas das abelhas Meliponário Biguaçu..... | 41 |

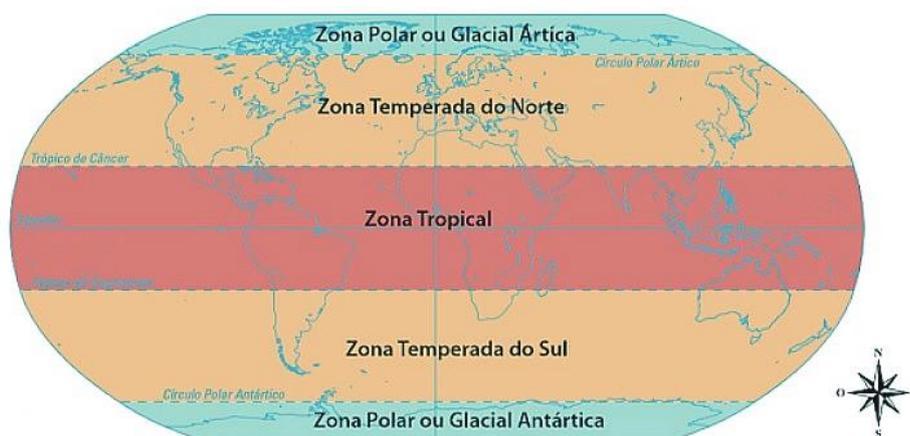
SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 2. OBJETIVOS..... | 15 |
| 2.1. Objetivo Geral..... | 15 |
| 2.2. Objetivos Específicos..... | 15 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 16 |
| 3.1. Morfometria..... | 16 |
| 3.1.1 Programa de Computador..... | 19 |
| 3.1.2 Programa ImageJ na morfometria..... | 19 |
| 3.2 A abelha sem ferrão..... | 21 |
| 3.2.1 Abelha da América Latina..... | 22 |
| 3.2.2 Polinização..... | 25 |
| 3.2.3 Meliponicultura racional..... | 26 |
| 3.2.4 A mandaçaia..... | 27 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS..... | 29 |
| 4.1 Área de Estudo..... | 29 |
| 4.2 Criação de abelhas no Meliponário Biguaçu..... | 31 |
| 4.3 Criação de abelhas no Parque Ecológico Cidade das Abelhas..... | 33 |
| 4.4 Procedimentos de coleta..... | 34 |
| 4.5 Procedimentos em laboratório..... | 35 |
| 4.6 Medição com o programa..... | 37 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 39 |
| 5.1 Comparação morfométrica..... | 39 |
| 5.2 Estatística..... | 42 |
| 5.3 Uso do programa..... | 43 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 43 |
| 7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 44 |

1. INTRODUÇÃO

As abelhas melíponas, geralmente chamadas de abelhas nativas, sem ferrão ou indígenas, pertencem a seguinte taxonomia: Reino Animália; Filo Arthropoda ;Classe Insecta; Ordem Hymenoptera; Família: Apidae e Tribo Meliponini variando entre os gêneros melipona e trigona ; e várias espécies, no caso da mandaçaia sendo a *Melipona Quadrifasciata* . Sua distribuição se estende principalmente às regiões de clima tropical ou a regiões temperadas subtropicais do planeta (Fig. 01). Portanto, boa parte da América latina e África são dotadas de condições propícias para esses animais, como afirma Paulo Nogueira-Neto em sua obra *Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão* (1997, p.37).

Figura 1: Atlas com zoneamento térmico



Fonte: Atlas Geográfico, São Paulo, INPE (IBEPI), 2012.

O Brasil, por sua vez, tem excelência no aspecto geográfico por conta de estações bem distribuídas ao longo do ano, com uma média de temperatura adequada a elas, boa incidência de sol, chuva e praticamente ausência de neve. Esses fatores permitem uma variedade notável de plantas e flores ao longo do ano todo, garantindo um aporte energético que favorecem as mais de 300 espécies encontradas nesse território (Ciram - EPAGRI ,2016)

A alimentação desses animais é baseada essencialmente de néctar e pólen produzidos pelas flores, as quais, na maioria das vezes, precisam de agentes

transportadores para sua fecundação. Ao se alimentarem, as abelhas fazem essa troca de gametas entre uma flor e outra, em um processo chamado polinização. Apesar de as abelhas utilizarem parte do pólen colhido, outra parte é levada no seu corpo e carregada a cada visitação (de flor em flor), culminando na fecundação floral.

Desse modo, é notável a coevolução entre plantas e abelhas, ao passo que a importância dessa relação resulta na estimativa de que um terço da alimentação humana depende direta ou indiretamente da polinização realizada por esses indivíduos. Diante disso, muitas pessoas do ramo acreditam que o uso de abelhas sem ferrão para a polinização agrícola seja o futuro da meliponicultura mundial. Como exemplo de cultivares melhorados pela polinização das abelhas, tem-se: morango, chuchu, tomate, berinjela, açaí e pimentão.

A meliponicultura nada mais é do que as atividades que envolvem a criação de abelhas sem ferrão (ou meliponíneos e trigonas, porém generalizam-se como meliponínas ou ainda como melíponas). Tal prática é tão antiga, que antecede a época das grandes navegações (com início no ano de 1415), ou seja, quando os primeiros colonizadores trouxeram os primeiros enxames de *Apis mellifera* para as Américas, os índios, que aqui estavam já dominavam o manejo de abelhas nativas. Em uma época na qual ainda não havia a apicultura (criação de *Apis mellifera*, ou abelhas com ferrão), nem a exploração de cana de açúcar, o mel de abelhas nativas era o principal adoçante natural, e uma das principais fontes de energia disponíveis, como sugere Jerônimo Villas-Bôas (2012, p.11).

Após a colonização a criação de abelhas nativas passou a ser realizada por caboclos, ribeirinhos, açorianos e caipiras, tida em escala artesanal e voltada para uma cultura de subsistência. Nas últimas décadas, portanto, com a ampliação da comunicação, das tecnologias e das informações, a atividade foi ganhando adeptos diversos, que vão desde agricultores do meio rural a leigos que se aprimoraram, inclusive no meio urbano. A facilidade do manejo, os benefícios rentáveis pelos produtos obtidos (mel, própolis e cera), a alta taxa de polinização dos ambientes, somados ao baixo risco de ataques nocivos por esses animais, garantem o notável crescimento de um mercado com demanda e potencial de desenvolvimento.

Atualmente, a meliponicultura sustenta um mercado que aproveita direta e indiretamente as abelhas e seus hábitos. Produtos e subprodutos obtidos a partir delas resultam em lucratividade considerável, como pode ser percebido, por exemplo, na

produção de tomates que tem sua produção beneficiada em número e tamanho com a polinização da Mandaçaia (Silva-Neto, 2019). No entanto, nenhuma iniciativa concreta foi realizada com abelhas para polinização de tomate em escala comercial, em estufas no Brasil, fazendo deste processo um potencial nicho de mercado futuro.

Figura 2: Mandaçaia na flor do tomateiro.



Fonte: SILVA-NETO, 2018, p.4

Encontram-se atualmente produtos diretos: mel, colônias e subprodutos (pólen, cerume, própolis). Também é obtido o geoprópolis, caracterizada, de modo geral, por fragmentos rígidos, de tamanhos variados e com grânulos de consistência heterogênea. Normalmente apresenta coloração marrom escura, sabor amargo e ausência de cheiro. Mais de cinquenta compostos presentes na geoprópolis brasileira já foram identificados em amostras produzidas pela *Melipona quadrifasciata* (SFORCIN, 2017, p.28). Além de produtos indiretos: polinização, educação, turismo, paisagismo e até como pet.

Figura 3: Minicurso de Abelhas Sem Ferrão Para alunos de Zootecnia da UFSC no Meliponário Biguaçu



Fonte: Site semazoot. Disponível em <<http://www.semazoot.ufsc.br/fotos-da-ix-semazoot/dia-2-minicursos/dia-2-15-05-minicurso-de-abelhas-sem-ferrao-para-iniciantes/>>.

No gênero *Melipona*, a abelha popularmente identificada como mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) é uma das mais conhecidas (CALASANS, 2012), considerada uma abelha bela, dócil e produtiva, atende os criadores que vendem tanto os enxames, como produtos delas. Sua docilidade é benéfica por diversas atividades nas quais é possível trabalhar com seu manejo mesmo com crianças. Sua reputação como exímia polinizadora de grandes ecossistemas brasileiros, conforme FAQUINELLO et al. (2013, p. 313) mostra o potencial da espécie, tanto no contexto de produção, quanto preservação.

As dimensões de cada indivíduo e seu tamanho corporal como um todo é um traço quantitativamente muito importante, pois influencia o tamanho, determinando tanto a habilidade de sobrevivência, quanto a de produção (SCHMIDT-NIELSEN, 1984, p.5). Além disso, indivíduos maiores tendem a apresentar maiores reservas de alimento, e assim serem mais resistentes. Esta é uma das diferenças entre meliponas e trigonas, todas da tribo meliponini. As trigonas “compensam” seu tamanho relativamente pequeno, com maior número de indivíduos na colônia (ex:Jataí), enquanto as melíponas (ex:mandaçaia) são maiores com menos indivíduos.

O número de indivíduos pertencentes a mesma população estatística com suas formas estudadas matematicamente compõe a morfometria, e através dela pode-se gerar um padrão da espécie, ou do enxame, possibilitando realizar o cruzamento de informações de diversos tipos. Assim, neste trabalho, pretende-se demonstrar o uso da morfometria geométrica na aferição da largura máxima da cabeça e largura máxima do mesoscuto de abelhas Mandaçaias do Meliponário Biguaçu e do Meliponário didático da Unidade Cidade das Abelhas, da UFSC, estabelecendo padrões médios para essas variáveis aferidas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar a morfometria de abelhas *Melipona quadrifasciata* de enxames do Meliponário Biguaçu e de abelhas *Melipona quadrifasciata* de enxames do Parque Ecológico cidade das Abelhas- UFSC.

2.2 Objetivo específico

Descrever os processos envolvidos na análise morfométrica geométrica na aferição da largura máxima da cabeça e largura do mesoscuto.

Destacar o uso do programa de análise e processamento de dados IMAGEJ (versão 1.52 a) e suas funcionalidades para a morfometria.

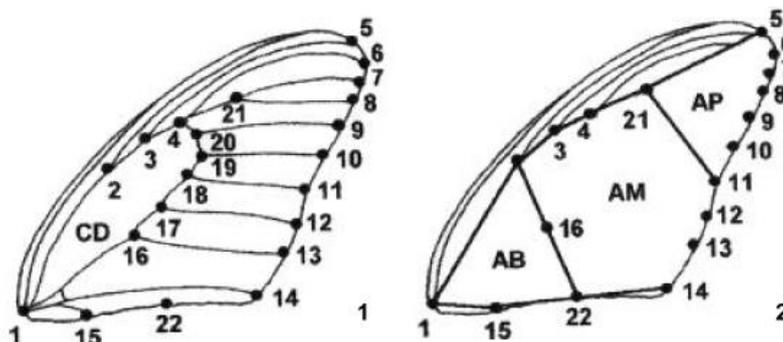
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Objetivando orientar a compreensão do desenvolvimento da revisão bibliográfica em relação ao objeto de estudo, optou-se por organizá-la da seguinte forma: 1) Morfometria; 2) A abelha sem ferrão.

3.1 Morfometria

A classificação de organismos é feita a partir da identificação de características morfológicas que se constituem em padrões. Detectar a variação dessas características quantitativas, dentro de populações, avaliando medidas específicas em indivíduos da mesma espécie, correlacionando-as com variações ambientais e com diferenciação fenotípicas foi o trabalho de muitos evolucionistas ao longo dos anos, graças a morfometria. (STRANEY; PATTON, 1980, p.34).

Figura 4: Morfometria para padrões de asa de Borboleta



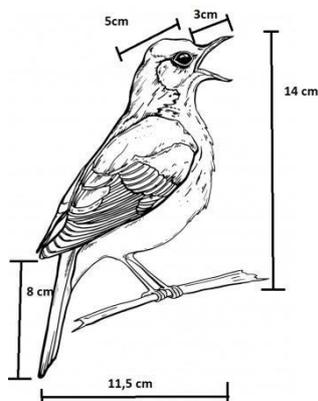
Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81752004000400019.

Estas mensurações são etapas importantes para diagnóstico individual e também coletivo que pode implicar na seleção e melhoramento genético. Levando em conta que são utilizados métodos para realizar avaliação da diversidade populacional de meliponíneos, ressalta-se o uso da morfometria como ferramenta de análise (ÖZKAN KOCA; KANDEMİR, 2013, p. 205).

A Morfometria geométrica é uma abordagem caracterizada pela aplicação de métodos estatísticos multivariados que costumam ser relacionados com as medidas de um organismo. Estas medições são normalmente comprimento, largura e distância entre pontos específicos (ROHLF; MARCUS, 1993, p 130). As dimensões das partes de um indivíduo influenciam a sua estrutura, que por sua vez interfere no seu

desempenho. O seu tamanho também pode se correlacionar com sua predisposição genética para uma característica específica (SOUTO, 2011, p. 7).

Figura 5: Ilustração de morfometria de aves



Fonte: Adaptado pelo autor

Medir as abelhas de uma espécie possibilita traçar parâmetros específicos que ficam registrados e podem ser comparados com outros indivíduos em épocas diferentes, em situações diversas e consequentemente traçar um perfil de alteração ou mesmo de evolução. Assim como estipula (SOUTO, 2010, p.34) populações de insetos regulam seu tamanho ao longo do tempo em resposta às flutuações climáticas e às variações na quantidade de recursos disponíveis.

Figura 6: Diferença de tamanho de abelhas da mesma espécie

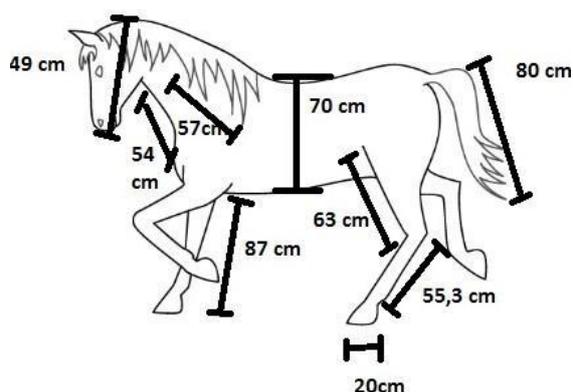


Disponível em: <http://pt.nextews.com/89dc097a/>.

Padrões de tamanho são observados em várias outras espécies de interesse zootécnico para selecionar indivíduos mais produtivos, como pode ser observado na

bovinocultura de leite e corte, avicultura e equinocultura. A partir de um padrão observado, o estudam e, por meio da seleção genética, consegue-se uma determinada alteração que resulte em benefícios. Ou seja, é a partir de padrões que é possível fazer o melhoramento genético da espécie, e, para isso, no caso das abelhas, a morfometria é um das peças importantes para o aprimoramento da meliponicultura.

Figura 7 : Ilustração de morfometria de Equinos



Fonte: Adaptado pelo autor

A morfometria geométrica apresentou-se ao longo dos anos de diversos modos com as mais variáveis tecnologias, sendo inicialmente mecânica (analógica), com uma simples régua, metro ou com o instrumento denominado de paquímetro. Com o desenvolvimento de sistemas digitais de processamento, ela se tornou mais acessível e prática.

Figura 8: Paquímetro



Fonte: Arquivo pessoal

3.1.1 Programa de computador

Dependendo do objeto de estudo, as ferramentas usadas podem ser diversas e ainda assim não alterar de forma significativa os resultados, no entanto, ao ser feita a análise de indivíduos muito pequenos que são de difícil manipulação, a ferramenta deve ser mais precisa. Com isso, podemos contar com programas de análise de imagem, através do qual, por meio da foto, consegue-se ponderar a medida de forma precisa. Assim, quando fotografado com lupa óptica o indivíduo a ser analisado, uma imagem nítida pode ser observada, possibilitando mensurar o objeto de estudo com qualidade e precisão notáveis. Os programas apresentam ainda um compilado de dados que são exibidos de forma rápida, clara e direta, facilitando o trabalho do observador.

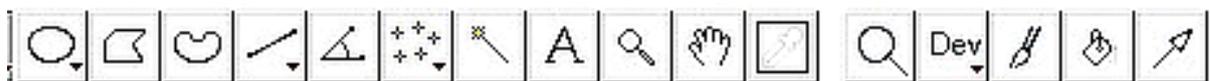
Há programas gratuitos, de livre acesso na internet, leve para a memória e processamento de computadores menos avançados (194 MB de tamanho em disco, por exemplo) e didático no visual para medição de medidas regulares ou irregulares. Suportam tratamentos em lotes, uma série de imagens que compartilham uma única janela. Calculam áreas e as estatísticas, valores em pixel com as seleções definidas pelo usuário. Pode-se medir distâncias e ângulos. É perfeitamente possível produzir histogramas de densidade e gráficos de perfis. Suportam funções de processamento de imagem, tais como o contraste, a nitidez, a suavização, a detecção de bordas e filtros possibilitando uma melhor visualização para a medição precisa, também fazem transformações geométricas, como escala, rotação e saltos. O ImageJ (versão 1.52 a) é um exemplo desses programas, que atende com propriedade a necessidade da morfometria mais precisa por meio de uma foto e preferencialmente com uma medida base conhecida para referenciar a calibração.

3.1.2 Programa ImageJ na morfometria

A morfometria pode ser facilitada com o uso de diversos softwares disponíveis, entre eles, destaca-se o IMAGEJ (versão 1.52 a) por sua plataforma de livre acesso e totalmente gratuita. Por se tratar de um software livre, ele pode ser ainda mais específico para determinados objetivos quando programado ou modificado. No que diz respeito às funções básicas disponíveis, ele adota um conjunto de comandos

ilustrados de ferramentas práticas de medição que favorecem um resultado rápido e simples, gerando um banco de dados instantaneamente.

Figura 9: Imagem dos comandos ilustrados no programa



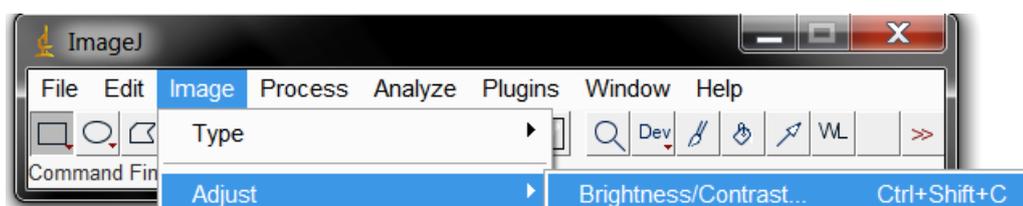
Fonte : Adaptado pelo autor

Outra vantagem das ferramentas do ImageJ é a presença de variadas formas de mensuração como opções de uso. Entre elas, pode-se citar a Linear simples (*Straight*: ótima para extremos bem definidos, como o presente trabalho, ex: largura máxima da cabeça do inseto), Linear composto (*Segmented*: interessante para medidas de regiões irregulares, ex: antenas ou corbículas das abelhas), Quadrado (*Oval*: para determinar a área de regiões bem definidas, ex: tórax, abdome) e ainda Pontilhados (*Multi-point*: para pontos dispersos paralelos e cruzados na mesma região, ex: nervuras das estruturas das asas dos insetos), entre outras.

A morfometria, com o auxílio deste programa, torna-se mais precisa e rápida tanto para gerar os resultados, quanto para armazená-los, por meio da opção de salvar arquivo em excel com todas as medições feitas e também salvando em qualquer pasta do computador (opção *SAVE as*).

Os objetos de estudos podem ser melhorados para a visualização com um conjunto de comandos de alteração visual, entre eles brilho, contraste e matriz, de modo que se altere a imagem até o ponto da visualização permitir a precisão da medida.

Figura 10 : Comando para Alteração de Brilho



Fonte : Adaptada pelo autor

Medições com régua ou paquímetro permitem a realização da morfometria, mas, com os avanços tecnológicos, os resultados podem vir de forma mais rápida, precisa e facilitada. O Imagej torna-se, portanto, uma ferramenta útil e prática que estimula entre outros estudos, a morfometria geométrica para insetos, como para abelhas sem ferrão.

3.2 A abelha sem ferrão

Abelhas sem ferrão aprimoraram-se ao longo de anos para terem êxito nas suas funções. Um desses aprimoramentos é seu aparelho bucal e suas patas coletoras que garantem se alimentar e estocar este alimento. Seu alimento provém de produtos da floração das plantas ou resinas liberadas de troncos de árvores. Com isso, captam pólen e néctar para sua alimentação, além de coletarem materiais diversos (como barro, cera, areia e até excrementos de animais) para construção dos ninhos e batumes (paredes que as abelhas silvestres fazem para separar a colméia do lugar em que ela se apoia).

Figura 11 : Mandaçaia coletando própolis e fixando na corbícula (estrutura da pata traseira para transportar material coletado)



Fonte: Arquivo pessoal

Teoria da abelha africana e europeia remetem a ancestralidade, mas nada que comprovasse a exatidão dos antepassados das abelhas sem ferrão. No entanto, um pedaço de âmbar (resina de árvore fossilizada) contendo uma abelha primitiva em seu interior foi encontrado por Alfred C. Hawkins em Nova Jersey, e, por um processo

de datação conhecido como “Datação por Carbono 14”, estimou-se que o animal vivera entre 96 – 74 milhões de anos. A partir desse fato, estima-se o surgimento das abelhas sem ferrão por volta de 120 milhões de anos, evidenciando a adaptação e polinização desde essa época (MICHENER, 2018)

Estudos da universidade de Kansas apontaram diversas semelhanças estruturais dessa espécie (registrada como *Cretotrigona prisca*) com seus parentes meliponíneos modernos. Atualmente o fóssil se encontra no departamento de entomologia do Museu Americano de História Natural de Nova York (AMERICAN MUSEUM, 2000).

Figura 12 : Reconstrução artística de *Cretotrigona prisca*



Fonte: AMERICAN MUSEUM, 2000.

Assim, é ainda mais importante a presença desses animais na natureza por serem nativos há tanto tempo e terem conseguido uma série de adaptações para sua sobrevivência. Um meio ambiente com fauna e flora preservado, garante a perpetuação e maiores números de colônias e indivíduos dessas espécies de animais nos dias de hoje.

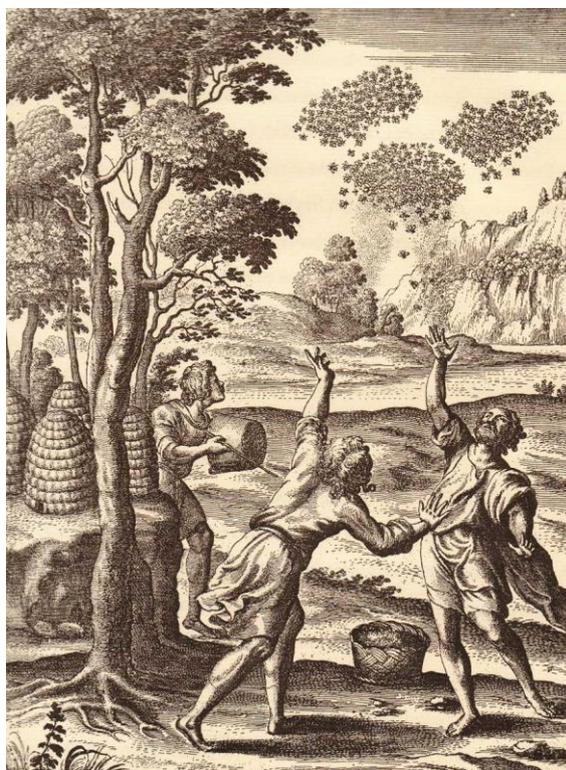
3.2.1 Abelha da América Latina

Como o conhecimento sobre abelhas nativas ainda é relativamente reduzido, existe a falsa impressão de que elas são descendentes das abelhas com ferrão, quando é justamente o contrário. Antes da chegada dos colonizadores ao novo mundo,

já habitavam diversos povos indígenas no continente, e estes tinham conhecimentos e métodos para lidar com as abelhas nativas.

Os índios que habitavam o continente americano já tinham o conhecimento das abelhas nativas (Meliponas). Aprimoraram seu conhecimento sobre a criação e se beneficiavam desses insetos, como expõe Villas-Bôas (2012, p.12), na edição do Manual Tecnológico de Mel de Abelhas sem Ferrão.

Figura 13: Ilustração de povos antigos coletando mel e abelhas



Disponível em: < <http://www.bee-hexagon.net/poetry/>>.

Com a chegada dos portugueses e espanhóis, foram introduzidas espécies de abelhas com ferrão (*Apis Mellifera*), principalmente para produção de cera para velas, já que eram utilizadas pelos jesuítas em suas primeiras missões. A criação de abelhas nativas por povos indígenas, juntamente com técnicas mantidas ou adaptadas de outras culturas, viria a ser aprimorada com o passar do tempo, culminando no nascimento da “Meliponicultura”, termo proposto por Nogueira-Neto (1997, p.35).

Figura 14: Velas com cera de abelha



Disponível em: <<http://www.saintsmaryandmarthaorthodoxmonastery.org/candles.html>>.

Depois da colonização, o conhecimento sobre abelhas nativas se espalhou e foi sendo utilizado de forma diversa por todos os povos. Assim, a domesticação destas foi se ampliando a ponto de ser uma tradição que ia desde o norte ao sul de todo o território novo. Mesmo com o passar do tempo, ainda existem resquícios indígenas no pioneirismo da meliponicultura, prova disso são os nomes populares das diversas espécies, tais como Jataí, Uruçu, Tiúba, Mombuca, Mandurí, Mandaçaia e tantas outras. (VILLAS-BÔAS, 2012, p. 17).

Figura 15: Pintura rupestre de 8000 anos na caverna de Arana, na Espanha, retratando abelhas rodeando homem que coleta mel no topo de uma árvore.



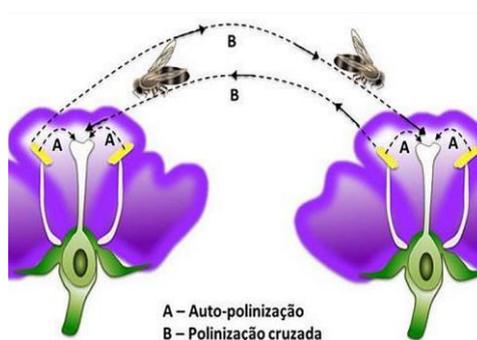
Disponível em: <<https://www.planetbee.org/planet-bee-blog//the-sacred-bee-bees-in-caveman-times>>.

Essas espécies proporcionam as pessoas fontes alternativas de renda com a venda de méis, e própolis. Porém podem ainda se especializar no aluguel de enxames para a polinização, que já é rotina na Europa e nos Estados Unidos por ser altamente lucrativa. A produção de mel tornou-se, praticamente, uma atividade secundária da apicultura e da meliponicultura nesses países. No Brasil, a técnica é mais comum nas regiões Sul e Sudeste (SEBRAE, 2015).

3.2.2 Polinização

Ao falarmos de meliponas, se destaca a sua capacidade de trabalho e sua efetiva atividade na polinização. Uma questão simples de sobrevivência para a abelha, que é se alimentar, torna-se um grande auxílio ao homem que se beneficia para produção de alimentos. Uma vasta lista de espécies da flora se beneficia com isso, desde flores ornamentais, plantas nativas, frutos e hortaliças. Assim, pode-se dizer que, de modo geral, são agentes que propiciam a melhoria na produção de alimentos para o homem e outros animais, além de favorecerem outras plantas que não tem tanto valor de mercado, no que diz respeito ao consumo, porém beneficiam o ecossistema de modo geral na biodiversidade natural. (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2006, p. 60).

Figura 16 : Esquema de Polinização



Disponível em: < <http://www.boticasparque.pt/userfiles/image/abelhas/abelhas8.jpg>>.

Além da polinização, as abelhas são capazes de proporcionar produtos, como aponta o Meliponicultor Eduardo Dellangelo Silveira, vendedor de enxames do município de Biguaçu em Santa Catarina. Apesar de serem predominantemente conhecidas como produtoras de mel, esses insetos produzem pólen, própolis e cera. O conhecimento e educação das pessoas vêm aumentando a procura por esses animais,

fazendo ampliar a venda como animal de estimação e uso na polinização específica de cultivares, inclusive internamente em estufas, como é o caso da produção de tomates e goiaba (CGEE, 2017, p. 30).

3.2.3 Meliponicultura racional

A meliponicultura racional exige inspeções periódicas, afinal, é justamente isso que qualifica o meliponicultor sério e desestrutura aquele que pratica de forma extrativista, ou seja, que simplesmente retira o mel, indiferentemente do futuro da colmeia. A chave para bons resultados é o bom manejo, isso eleva a atividade a um patamar de excelência, que ganha valor e torna mais conhecida e respeitada tal atividade.

O cuidado com a caixa de abelha deve ser diário, não necessariamente realizar a abertura da caixa constantemente, afinal, isso dissipará feromônios da rainha que gastará mais energia para produzi-los, porém ver o fluxo e densidade de animais, além da textura da cera e postura, indica o quão produtiva está a colônia e se produzirá ou se precisará de intervenção do homem para não morrer. Manter a sanidade é o segredo de sucesso. Abrigar bem as abelhas de intempéries do tempo, predadores e garantir que elas tenham alimento para se manter são pontos a serem observados com atenção. Como afirma Nogueira-Neto (1997, p.184): “As vezes a falta de um cuidado elementar, como, por exemplo, a não reposição de um telhado ou abrigo que caiu, pode causar a morte de uma colônia por excesso de sol ou de infiltração de chuva.”

Figura 17 : Caixa de abelhas abrigada



Fonte: Arquivo pessoal

Manejada adequadamente, a colmeia produzirá resultados bons, isto será notado pelo crescimento do número de indivíduos, assim, o manejo a ser considerado será, além das inspeções, a divisão de colônias, transferências de colmeias, e manejo no nível de integridade do enxame (1997, p.185).

Com todo conhecimento observado e relatado após muitos anos de estudos sobre meliponíneos, o respeitado pesquisador Paulo Nogueira-Neto, em sua obra “Vida e Criação de Abelhas Indígenas Sem Ferrão” de 1997, dá muita importância para a sanidade das abelhas, e afirma que “Nenhum meliponicultor deve ser insensível ao sofrimento das abelhas. Isso distingue os meliponicultores dos meladores” (Nogueira-Neto, 1997, p. 184)

3.2.4 A mandaçaia

A *Melipona quadrifasciata* é uma abelha nativa que é chamada popularmente como Mandaçaia, Manaçaia ou ainda Amanaçaia. Possui um raio de atividade de até 2.500 metros, segundo Paulo Nogueira Netto (1997, p.89). É uma das espécies mais ativas quando comparadas com outras de sua tribo (meliponini) ou outras (trigonini), por ser uma abelha de porte grande também na tribo e entre espécies, garante alta polinização, além da boa produção de mel que varia de um a dois litros, mas que pode chegar a mais, de acordo com o manejo correto do enxame. Dotada de colônias que chegam a aproximadamente 300 - 400 indivíduos, compreende uma atividade constante que é observada na coleta de materiais para estruturação ou ainda coleta de própolis para selar a caixa externa e internamente. (Nogueira-Neto, 1997, p. 46)

Figura 18 : Abelha Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*)



Fonte : Arquivo pessoal

É observada a construção de batumes nos ninhos da abelha mandaçaia bem como na maioria das melíponas. A diferenciação de casta (hierarquia e sexo dividindo entre rainha, operária e zangão) se dá a partir de genética e nutrição, o que é uma grande diferença entre elas e as abelhas com ferrão que estipulam o sexo pela oferta ou não de geleia real para as larvas.

Figura 19: Foto do interior do ninho da abelha Mandaçaia



Fonte : Arquivo pessoal

No Meliponário Biguaçu, as mandaçaias têm preferência por flores de porte grande, mirtáceas em geral e árvores nativas, como cita o meliponicultor Eduardo Dellangelo em sua observação diária na região ao longo dos anos de criação de

abelhas. E quando encontram uma boa oferta de alimento, coletam um pouco e regressam à colônia, onde sinalizam aos outros integrantes do enxame com sons e empurrões específicos. O tempo e a duração dos impulsos sonoros indicarão a distância certa que se encontra a fonte do alimento, em seguida, os indivíduos seguirão pela visão e olfato a abelha que lhes anunciou o achado, como mostra o estudo (NOGUEIRA-NETO, 1997, p. 91).

A produção de mel relativamente baixa quando comparada com abelhas do gênero *Apis* (abelha com ferrão) tende a ser compensado pelo seu sabor considerado muito bom e frutado, o que leva melieiros (aqueles que apenas retiram mel e materiais de colônias na natureza de forma extrativista) a buscarem e escavarem seus ninhos, levando a destruição dessa espécie em ambiente natural. Como se não bastasse, a Mandaçaia também sofre com a redução de áreas cobertas por vegetação nativa e o uso indiscriminado de pesticidas e agrotóxicos (ALVES, José *et al*, 2006).

No geral a espécie é ainda pouco estudada, devido à dificuldade de localização e acesso aos seus ninhos na natureza, sendo que descrições delas a partir da escavação e transferência de colônias para caixas racionais foram feitas recentemente por Alves *et al* (2006). A Meliponicultura tem potencial de estudo por tornar visível os resultados produtivos por enxames e destacar o potencial a ser explorado na criação, construindo uma experiência que “alavanque” essa atividade. A troca de informação e a vontade de êxito com os animais estão construindo e ampliando o conhecimento das abelhas nativas entre a população.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

Parte das abelhas deste trabalho (50 abelhas) são do Meliponário Biguaçu, localizado no bairro Tijuquinhas, no extremo norte do município de Biguaçu, que se localiza a 15 km da Capital do Estado de Santa Catarina, Florianópolis. Faz divisa a oeste com o município de Antônio Carlos, a leste com o Oceano Atlântico e com o município de Governador Celso Ramos. Ao Norte faz divisas com Tijucas, Canelinha e São João Batista. Ao Sul com o município de São José.

Em uma área litorânea a propriedade onde se encontra o meliponário fica em um morro muito próximo do mar e da cachoeira de São Miguel (aproximadamente 2.400 metros pela medição via googleEarth). Neste morro é predominante a Mata atlântica nativa, porém foi por muito tempo alvo de sucessivas queimadas pela ação do homem, como comenta o próprio meliponicultor, que hoje percebe a recuperação da mata novamente.

Em Biguaçu, o clima é quente e temperado. Existe pluviosidade significativa ao longo do ano. O clima é classificado como Cfa segundo a Köppen e Geiger. Biguaçu tem uma temperatura média de 20.2 °C. A pluviosidade média anual é 1540 mm. O mês mais seco é Junho com 78 mm. Apresentando uma média de 201 mm, o mês de Janeiro é o mês de maior precipitação (CLIMATE- DATA.ORG-Biguaçu).

Parte das abelhas (50 abelhas) vieram do Meliponário didático do Parque Ecológico Cidade das Abelhas, uma área de aproximadamente 20 ha localizada em Florianópolis, no bairro Saco Grande, próximo da SC 401 e do Mangue do Saco Grande. O Parque faz vizinhança com a Floresta Ombrófila Densa Baixo Montana do maciço central, divisor de águas guardado pela UFSC (PEÑA apud CARDOZO, 2014, p. 12). O terreno possui uma grande área preservada, contudo, com o intuito de alimentar as abelhas, há uma área com plantação de árvores exóticas, como o eucalipto.

O meliponário da Cidade das Abelhas pode ser considerado integralmente no meio urbano onde está distanciado aproximadamente 30 metros de edificações do local. Mas sabendo que as abelhas nativas podem percorrer longas distâncias da colmeia em busca de alimentos, destaca-se a abelha Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) (Nogueira-Neto, 1997, p.89) .

Figura 20: Ilustração da localização de municípios da Grande Florianópolis



Fonte: Adaptação do autor

4.2 Criação de abelhas no Meliponário Biguaçu

As colônias de abelhas do gênero meliponini do Meliponário Biguaçu descritas são mantidas na propriedade do meliponicultor registrado Eduardo Dellangelo Silveira, localizada no bairro Tijuquinhas, município de Biguaçu em Santa Catarina. As espécies possuem sua própria colônia em sua própria caixa ao longo da propriedade, totalizando duzentos enxames no total. As abelhas ganham alimento artificial (açúcar ou mel em água 1:1), interna e externamente, em épocas de floração reduzida, para manter o bem-estar da colônia e estimular o desempenho na produção de mel e de própolis, além da manutenção e aumento da postura da rainha.

A alimentação artificial não deve alterar ou comprometer a etologia da abelha no serviço de polinização da flora local, é um aporte que garante suprimento energético em uma eventual falta de alimento, característica essa comum em invernos mais rigorosos. Por isso, é controlada a alimentação das colônias de forma individual. Enxames que foram mal manejados, atacados por parasitas, ou sofrem por falta de alimento na região, devem ser alimentados artificialmente.

Outra forma de controle do desempenho das caixas é o aquecimento artificial feito por um conjunto de resistências em série que podem ser desligadas individualmente dependendo da necessidade. Abelhas mais sensíveis ao frio, ou com a

postura debilitada (e conseqüentemente com falta de indivíduos) apresentam dificuldade no controle térmico que pode ser corrigido por este processo.

As abelhas são vendidas diretamente pelo meliponicultor em sua propriedade. Ele se registrou e iniciou a criação das abelhas há seis anos, e desde então se aprimora na etologia de cada espécie ao longo dos anos, para melhor orientar outros futuros criadores. Além das vendas de colônias, ele produz caixas simples, substâncias líquidas atrativas prontas para confecção de iscas para atrair enxames. Ou seja, o cliente já leva uma caixa fortemente colonizada e pronta para a instalação e a polinização pelas campeiras na nova localidade.

O meliponicultor atua como divulgador e estimulador da meliponicultura, mesmo não dispondo de mídia ou qualquer tipo de “merchandising” para aumentar a procura de interessados. Ele orienta e capacita pessoas com informações importantes que serão úteis no sucesso da colônia comprada. Uma de suas ferramentas é um grupo de aplicativo para seus clientes, no qual divulga fatos, fotos, curiosidades, dicas e sugestões para criação e manejo das abelhas. Assim, sua estratégia é a confiança que garante espalhar a seriedade do seu trabalho ao público interessado e faz sua demanda vir a aumentar ao longo dos anos. Além disso, ele também presta serviços de assistência aos criadores, recuperação de enxames e ainda serviço de educação ambiental, recebendo desde crianças de escolas da região até ministrando cursos para acadêmicos de universidades.

As abelhas Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) usadas neste trabalho são de caixas dispostas em suportes próximas de outras abelhas da mesma espécie, e também de abelhas de outras espécies, incluindo Mirim Droriana (*Plebeia droryana*), Mirim Guaçu (*Plebeia remota*), Lambe Olhos (*Leurotrigona muelleri*), Manduri (*Melipona marginata*), Guaráipo (*Melipona bicolor*), Tubuna (*Scaptotrigona bipunctata*), jataí (*Tetragonisca angustula*), Bugia (*Melipona rufiventris*), Uruçu boca de Renda (*Melipona seminigra*), Uruçu Cinzenta (*Melipona fasciculata*) e Uruçu nordestina (*Melipona scutellaris*), além de eventualmente serem visitadas por alguma abelha com ferrão (*Apis mellífera*) da natureza.

A abordagem com os enxames foi realizada com a presença do meliponicultor, que dispunha das caixas em ordem de tamanho e agressividade,

alocadas com as mais dóceis perto de sua residência e as mais agressivas mais distantes e próximas de área arborizada, sem muito fluxo de pessoas ou carros.

Figura 21: Enxames do Meliponário Biguaçu



Fonte: Arquivo Pessoal

4.3 Criação de abelhas no Parque Ecológico Cidade das Abelhas

O projeto Apicultura foi criado em 1952 e se localizava no bairro Trindade em Florianópolis-SC. Em 1967 o projeto foi transferido para a sua atual localidade, nascendo então a Cidade das Abelhas. Foi transformado em Instituto de Apicultura de Santa Catarina (IASC) onde haviam cursos, pesquisas, desenvolvimento tecnológico além de assistência técnica aos agricultores. Em 1991 foi criado a EPAGRI (Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) que incorporou o IASC. Nesse período, o Parque tornou-se referência no Brasil em atividades apícolas. Porém, em 2005, acabaram os investimentos, o que resultou em perdas e abandono do centro. Em 2011, a UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) assumiu a gestão do local, e nos anos seguintes foi criada uma comissão para viabilizar a abertura no Parque novamente.

Neste ano foram introduzidas caixas de abelhas sem ferrão, tanto no âmbito didático quanto de experimentação, incluindo as principais espécies como Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*), as quais são usadas no presente estudo, jataí (*Tetragonisca angustula*), Guaraipo (*Melipona bicolor*), Tubuna (*Scaptotrigona bipunctata*), Bugia (*Melipona rufiventris*), além de mirim guaçu (*Plebeia remota*). Hoje algumas disciplinas do Centro de Ciências agrárias (CCA) como Agronomia e Zootecnia são ministradas no local, e também cursos ou visitas de escolas.

O meliponário didático está localizado no início do Parque, em uma área próxima, mas reservada em meio a vegetação. Perto de um córrego, garante um ambiente mais estável mesmo em épocas de estiagem. O Engenheiro agrônomo Willian Goldoni Costa é o supervisor que cuida das abelhas e monitora diariamente a sanidade das colônias. As caixas estão dispostas de modo a favorecer a etologia das espécies, como, por exemplo, as abelhas Guaráipo situadas em local sem tanta incidência direta de luz solar e mais umidade, ou as abelhas tubunas com um temperamento mais defensivo alocadas na periferia do meliponário. Em meio a essas abelhas, encontram-se as colônias de mandaçaia cujos indivíduos também são usados no presente estudo.

Figura 22 : Meliponário Didático Cidade das Abelhas



Fonte: Arquivo Pessoal

4.4 Procedimentos de coleta

A espécie escolhida foi a Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) por conta de sua beleza, produtividade, e principalmente de sua docilidade. Para formar um número de indivíduos relativamente considerável para análise, realizou-se uma coleta branda, ou seja, coleta na qual a falta desses indivíduos coletados não viesse a prejudicar o bem estar da colônia. Assim, foram coletados um total de 100 indivíduos da seguinte disposição :

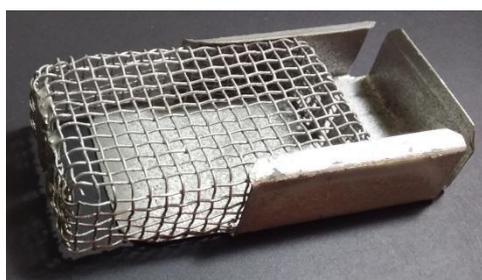
Tabela 1 : Local de coleta / identificação da colônia com o número de indivíduos coletados (n)

| Local | Colônia |
|---------------------|--------------------|
| Cidade das Abelhas | C1 (12) |
| | C2 (12) |
| | C3 (13) |
| | C4 (13) |
| | Total : 50 abelhas |
| Meliponário Biguaçu | C5 (10) |
| | C6 (10) |
| | C7 (10) |
| | C8 (10) |
| | C9 (10) |
| | Total : 50 abelhas |

Fonte: Elaboração do Autor

A coleta de abelhas foi realizada com o uso de gaiolas transportadora de rainhas de *Apis mellifera*, de acordo com a seguinte metodologia : 1) posicionando a gaiola no batume de acesso (equivalente ao alvado das caixas de *Apis*) à caixa; 2) a cada ingresso de indivíduo na gaiola, esta era fechada; 3) a gaiola era marcada de acordo com o número da colônia correspondente; 4) as coletas se realizaram no período matutino entre 9h e 11h ; 5) os indivíduos foram levados para o Laboratório de Entomologia .

Figura 23: Gaiola Transportadora de rainha Apis



Fonte: Arquivo pessoal

4.5 Procedimentos em laboratório

No Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Santa Catarina foram realizados os seguintes procedimentos: 1) foram colocadas para congelamento em Freezer de congelamento rápido (modelo Bosch 3.2 Fast Freezing) a uma temperatura média de -24° C ; 2) o período de congelamento foi de aproximadamente

30 minutos; 3) cada abelha foi retirada e fixada com alfinete entomológico na base de uma lâmina e 4) colocada em um Estereomicroscópio trinocular (Lupa modelo Feldmann Wild Letta SMZ 7,5 – Zoom G 20 x 12,2 , oculares grande campo de 10x/23 mm - com encaixe de 30mm) para registro fotográfico na morfometria geométrica.

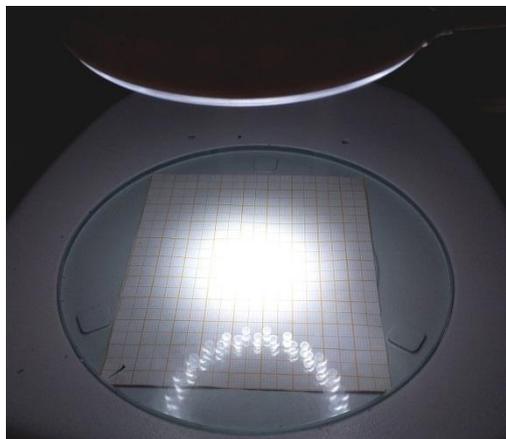
Figura 24: Estereomicroscópio Trinocular (chamado Lupa)



Fonte: Arquivo pessoal

Objetivando a padronização de mensurações, foi posto um papel milimetrado embaixo do vidro da base da lupa, na parte interna de forma que a amostra era colocada, sem mexer o papel. O papel milimetrado foi usado por ser uma medida de mensuração universal e por possibilitar a visualização do inseto.

Figura 25: Base da Lupa com papel milimetrado.



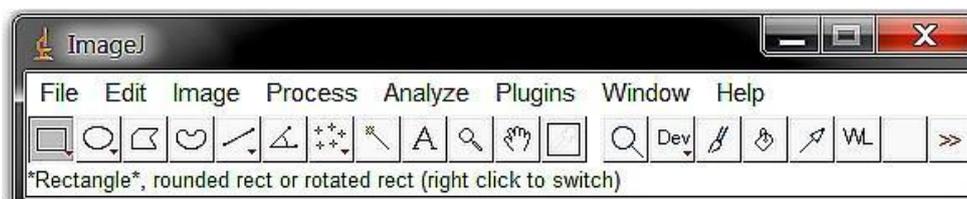
Fonte : Arquivo pessoal

A lupa tinha a câmera (modelo Sony Cybershot DSC W. 14,1megapixel e óptica de 4x560) para fazer as imagens que eram projetadas em um monitor (modelo ViewSonic 14 p.) para aferir a qualidade dessas imagens. Uma vez obtida uma qualidade boa por meio dos ajustes mecânicos da lupa, procedia-se a fotografia de cada exemplar em sua parte dorsal.

As abelhas fotografadas eram separadas em um Becker e colocadas juntas em uma gaiola de transporte de rainha devidamente identificada com o número da colônia.

Depois do registro fotográfico, os arquivos gerados foram transferidos para um computador, no qual foram analisadas através do programa de análise IMAGEJ (versão 1.52a).

Figura 26: Programa ImageJ



Fonte: Arquivo pessoal

4.6 Medição com o programa

O programa de análise de imagem utilizado foi o IMAGEJ (versão 1.52 a). Depois da janela de comandos aberta, eram feitos os seguintes procedimentos:

1) calibração com uma medida conhecida padrão para a medida por pixel da imagem de cada indivíduo encontrados nos seguintes caminhos de menus:

[Na barra de menu > Analyze > set scale > know distance*]

* onde era colocada a distância conhecida, no caso 1.0 como medida do papel milimetrado.

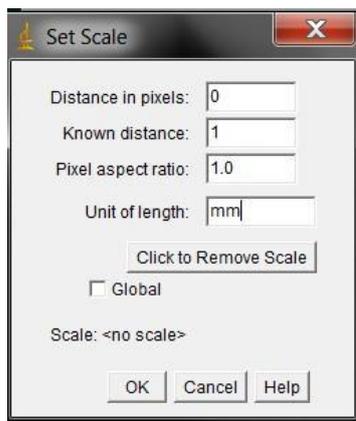
2) aferida a unidade utilizada para a mensuração em questão:

[Na barra de menu > Analyze > set scale > Unit of length*]

*unidade adotada para as medidas foi o milímetro universal.

Este procedimento foi feito para cada indivíduo, pois o ajuste da lupa altera a altura entre a base da ocular e a lâmina, e conseqüentemente pode alterar o milímetro usado de base entre uma amostra e outra, alterando o real resultado.

Figura 27: “calibração” pelo ajuste conhecido



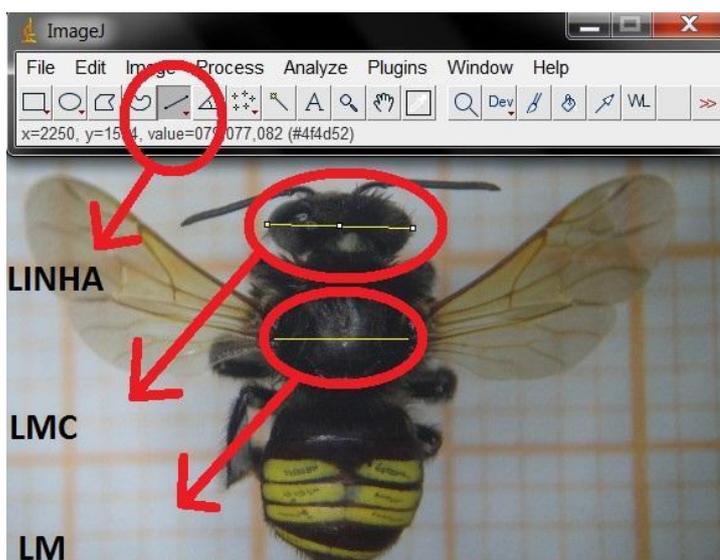
Fonte: Arquivo pessoal.

3) selecionada a opção *Straight*, didaticamente ilustrada como uma linha no tópico dos menus para traçar retas de medição em pontos precisos nas seguintes regiões:

Pontuava-se para a primeira medida os extremos da cabeça do inseto entre os bordos externos dos olhos compostos para mensurar a LARGURA MÁXIMA DA CABEÇA (LMC).

Pontuava-se para a segunda medida os extremos máximos da articulação da base da asa para mensurar a LARGURA DO MESOSCUTO (LM)

Figura 28: Realce para o comando de linha (*Straight*) e medições



Fonte: Arquivo pessoal

4) mensurava-se o tamanho gerando uma base de dados a partir do menu: Analyze > Measure. Ou pelo atalho (Ctrl + M)

5) Realizava-se a identificação pelo número da colônia e pela ordem de análise, por exemplo, o primeiro indivíduo analisado da primeira colônia denominava-se C1A1, ou seja, colônia de número 1 da primeira Abelha e assim sucessivamente.

Após o registro das duas medidas de todas as abelhas na planilha do excel, gerou-se a análise estatística pelos testes ANOVA e teste T ($\alpha=0,05$ ambos).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Comparação morfométrica

Diversos trabalhos recentes abordam a morfometria geométrica de abelhas sem ferrão. Entre esses, destaca-se o de Rocha (2018), que examinou o comprimento da asa anterior (CAA) e largura da asa anterior (LAA), comprimento da asa posterior (CAP) e largura da asa posterior (LAP), comprimento do fêmur (CF), comprimento da tibia (CT) e largura do tarso (LT) e comprimento da probóscide (CP). Outro trabalho importante é o de Araújo et al. (2014), que mensurou o comprimento transversal (CT), comprimento longitudinal (CL), pernas coletoras (PC), asas anteriores (AA), asas posteriores (AP) e peso do inseto (PI).

O presente trabalho complementa essas informações e dá margem para continuidade do estudo para comparações entre espécies de várias outras regiões, além de possíveis avaliações com outras características, como o trabalho de Rodrigues (2012), que avaliou o “Aspecto do voo de *Melipona Mandaçaia*”, verificando individualmente abelhas voando em dias ensolarados e chuvosos.

As medidas médias obtidas no Parque Ecológico Cidade das Abelhas foram: Largura máxima da cabeça (3,976 mm) e Largura máxima do mesoscuto (4,064 mm). Enquanto no Meliponário Biguaçu foram: Largura máxima da cabeça (4,251 mm) e Largura máxima do mesoscuto (4,380 mm). Esses valores demonstram que as medidas médias da Cidade das abelhas foram menores que do Meliponário Biguaçu. Os resultados apontaram diferença significativa no tamanho máximo da cabeça (0,275 mm), bem como a largura do mesoscuto entre as abelhas (0,316 mm).

Tabela 2 : Medidas das abelhas da Cidade das abelhas com a média por caixa

| | Medida Máxima da Cabeça | Medida entre asas (mesoscuto) |
|--------------|-------------------------|-------------------------------|
| C1A1 | 3,777 | 4,085 |
| C1A2 | 3,932 | 4,169 |
| C1A3 | 3,556 | 3,753 |
| C1A4 | 4,010 | 4,121 |
| C1A5 | 3,978 | 4,166 |
| C1A6 | 4,077 | 4,025 |
| C1A7 | 3,922 | 3,947 |
| C1A8 | 3,818 | 3,970 |
| C1A9 | 3,968 | 4,007 |
| C1A10 | 3,964 | 4,006 |
| C1A11 | 4,001 | 4,065 |
| C1A12 | 3,915 | 4,005 |
| Média | 3,910 | 4,027 |
| | | |
| C2A1 | 3,825 | 4,175 |
| C2A2 | 3,698 | 3,837 |
| C2A3 | 3,784 | 3,893 |
| C2A4 | 3,912 | 3,882 |
| C2A5 | 3,793 | 3,812 |
| C2A6 | 3,756 | 3,964 |
| C2A7 | 3,901 | 4,034 |
| C2A8 | 4,152 | 4,163 |
| C2A9 | 3,977 | 3,914 |
| C2A10 | 4,021 | 4,025 |
| C2A11 | 3,826 | 4,004 |
| C2A12 | 4,194 | 4,005 |
| Média | 3,903 | 3,976 |
| | | |
| C3A1 | 3,859 | 3,990 |
| C3A2 | 4,001 | 4,057 |
| C3A3 | 3,899 | 3,918 |
| C3A4 | 4,075 | 4,151 |
| C3A5 | 4,014 | 4,212 |
| C3A6 | 4,171 | 4,219 |
| C3A7 | 3,880 | 4,106 |
| C3A8 | 4,080 | 4,103 |
| C3A9 | 4,069 | 4,132 |
| C3A10 | 4,162 | 4,215 |
| C3A11 | 4,104 | 4,110 |
| C3A12 | 4,224 | 4,239 |
| C3A13 | 4,020 | 4,086 |
| Média | 4,043 | 4,118 |
| | | |
| C4A1 | 3,883 | 3,898 |
| C4A2 | 3,838 | 3,944 |
| C4A3 | 3,972 | 4,169 |
| C4A4 | 3,898 | 4,027 |
| C4A5 | 4,047 | 4,192 |
| C4A6 | 4,043 | 4,206 |
| C4A7 | 4,316 | 4,294 |
| C4A8 | 4,150 | 4,155 |
| C4A9 | 4,112 | 4,349 |
| C4A10 | 4,010 | 4,279 |
| C4A11 | 4,076 | 4,162 |
| C4A12 | 3,946 | 3,956 |
| C4A13 | 4,323 | 4,101 |
| Média | 4,047 | 4,133 |

Tabela 3 : Medidas das abelhas do Meliponário Biguaçu com a média por caixa

| | | |
|--------------|--------------|--------------|
| C5A1 | 4,032 | 4,297 |
| C5A2 | 4,106 | 4,411 |
| C5A3 | 3,904 | 4,037 |
| C5A4 | 4,272 | 4,462 |
| C5A5 | 4,298 | 4,409 |
| C5A6 | 3,904 | 4,039 |
| C5A7 | 3,881 | 3,923 |
| C5A8 | 4,12 | 4,136 |
| C5A9 | 3,815 | 4,009 |
| C5A10 | 3,986 | 3,998 |
| Média | 4,032 | 4,172 |
| C6A1 | 3,873 | 3,992 |
| C6A2 | 3,910 | 4,005 |
| C6A3 | 3,865 | 3,924 |
| C6A4 | 3,802 | 4,078 |
| C6A5 | 3,463 | 3,575 |
| C6A6 | 4,228 | 4,260 |
| C6A7 | 3,916 | 4,217 |
| C6A8 | 4,418 | 4,444 |
| C6A9 | 4,365 | 4,775 |
| C6A10 | 4,500 | 4,862 |
| Média | 4,034 | 4,213 |
| C7A1 | 4,198 | 4,442 |
| C7A2 | 4,171 | 4,152 |
| C7A3 | 4,706 | 4,722 |
| C7A4 | 4,303 | 4,464 |
| C7A5 | 4,696 | 4,794 |
| C7A6 | 4,876 | 4,908 |
| C7A7 | 4,194 | 4,360 |
| C7A8 | 4,357 | 4,301 |
| C7A9 | 4,670 | 4,644 |
| C7A10 | 4,267 | 4,762 |
| Média | 4,444 | 4,555 |
| C8A1 | 3,908 | 4,294 |
| C8A2 | 3,678 | 3,737 |
| C8A3 | 4,865 | 4,898 |
| C8A4 | 4,927 | 4,653 |
| C8A5 | 4,363 | 4,283 |
| C8A6 | 4,051 | 4,127 |
| C8A7 | 4,098 | 4,387 |
| C8A8 | 4,152 | 4,425 |
| C8A9 | 4,741 | 4,706 |
| C8A10 | 3,988 | 3,911 |
| Média | 4,277 | 4,342 |
| C9A1 | 4,119 | 4,652 |
| C9A2 | 4,450 | 4,564 |
| C9A3 | 4,400 | 4,407 |
| C9A4 | 4,466 | 4,701 |
| C9A5 | 4,523 | 4,635 |
| C9A6 | 4,653 | 4,755 |
| C9A7 | 4,880 | 4,953 |
| C9A8 | 4,001 | 4,012 |
| C9A9 | 4,513 | 4,659 |
| C9A10 | 4,689 | 4,817 |
| Média | 4,469 | 4,616 |

5.2 Estatística

Este trabalho juntou um número, “n”, de amostragem de 100 indivíduos e dispôs a coleta destes de tal modo a impactar de forma mínima em cada colônia dentro da disponibilidade de abelhas de cada meliponário. Foram retiradas em média 10 abelhas por colônia, totalizando 50 abelhas por meliponário, e assim, 100 abelhas no total da análise. Com esse número de abelhas faltantes na colônia (~10), o bem estar desta, desde que bem estruturada e com sanidade promissora não é afetado. O número de indivíduos coletados na Cidade das abelhas teve ajuste para compensar as 4 caixas disponíveis ($12+12+13+13 = 50$).

As 9 caixas dos meliponários foram selecionadas por apresentarem bons indicadores de sanidade, tais como: número de indivíduos consideravelmente bom (densidade: diretamente ligado a capacidade de postura da rainha), boa movimentação (fluxo constante de campeiras), atividade promissora (reação defensiva a partir do manejo da caixa) além da estrutura interna (densidade, textura e cor da cera; quanto mais forte melhor estruturada está a colônia).

Com uma amostragem relativamente pequena, respeitando a atual situação dos meliponários, este trabalho amplia as margens de continuidade de um estudo que continue o monitoramento desses locais e utilize outros para montagem de um banco de dados para esta região.

Resultados consideráveis para uma melhor precisão científica poderiam ser obtidos se fossem 100 indivíduos analisados por colônia, totalizando um “n” de 1000 abelhas. Porém essa realidade comprometeria a colônia. Apesar de centenas de indivíduos independentes integrarem o enxame de abelhas, ainda assim ele é considerado como um organismo apenas, um organismo resultando de um conjunto de seres. Esse organismo pode morrer se a maioria de seus componentes faltarem. Por isso trabalhos que envolvem coletas de abelhas devem ser meticulosos e precisos.

5.3 Uso do programa

O programa facilita muito o processo de medição de abelhas pela sua rapidez, deixa um visual organizado na tela pela compacta janela de menus, e pelo variado conjunto de ferramentas prontas ilustradas no cabeçalho.

Poderia ser melhorado se acrescido de outros idiomas para a escolha do usuário e também se dispusesse de uma opção que direcionasse os dados para uma plataforma online, de modo a salvar essas informações para que pudessem ser acessadas por outros usuários com o mesmo propósito ou interesses afins. Uma vez sabendo do potencial de estudos que a morfometria nos apresenta, seguido da carência de informações sobre meliponíneos, um recurso de dados no qual os usuários se cadastrem e visualizem outros trabalhos semelhantes seria muito promissor.

Outro grande potencial para este programa seria a criação de uma plataforma para aplicativo que se enquadrem nos padrões dos celulares atuais, seguindo a mesma leveza que ele garante ao computador e assim, com uma simples foto com a permissão do usuário, pudesse realizar as medições.

6. CONCLUSÃO

O uso do programa IMAGEJ (versão 1.52 a) na obtenção de dados pela aplicação da morfometria geométrica facilita a identificação de características de abelhas sem ferrão entre colônias .

Os dados obtidos refletem diferenças anatômicas entre as abelhas das colônias observadas, que podem ser explicadas por diferenças genéticas (que seriam explicitadas através de análises de DNA), por resultados de manejo (alimentação diferenciada e atendimento do meliponicultor), pela localização do meliponário e pelo microclima.

O avanço de tecnologias de informação, com uso de base de dados interligados, possibilitará o aperfeiçoamento do programa, através do compartilhamento desses dados.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALVES, et al. **A Uruçu-do-chão (*Melipona quinquefasciata*) no Nordeste: extrativismo de mel e esforços para a preservação da espécie**. 2006. Disponível em <<http://apacame.org.br/mensagemdoce/85/artigo2.htm>>. Último acesso em 15 de outubro de 2019.

AMERICAN MUSEUM NOVITATES, **A new interpretation of the oldest fossil bee (*Hymenoptera: Apidae*)**. Number 3296. New York, 2000.

ARAÚJO, Whalamys Lourenço de. et al. **Estudo Morfobiométrico de Abelhas Jandaíra (*Melipona subnitida* duck) Criadas em Cortiços racionais no Município de São João do Rio do Peixe - PB**. Artigo Científico, Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v 9, n.5, p.73-77. dez, 2014.

BRAND, H. **Guaraipo, um reino de várias rainhas**. Disponível em: <<http://apacame.org.br/site/revista/mensagem-doce-n-135-marco-de-2016/artigo-4/>>. Acesso em: 04 outubro, 2018

CARDOZO, Mayara Martins. **Manejo do apiário localizado no complexo da cidade das abelhas - Florianópolis - SC**. TCC - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

CHIAPETTI, E.; BRAGHINI, F. **Comparação das características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) e abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*)**. Monografia (Tecnólogo em Tecnologia de Alimentos) – Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2013.

COLLETO-SILVA, A. **Captura de enxames de abelhas sem ferrão (*Hymenoptera, Apidae, Meliponinae*) sem destruição de árvores**. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 35, n. 3, 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672005000300012. Acesso em: 03 outubro, 2018

CORTOPASSI-LAURINO, M. **Global meliponiculture: challenges and opportunities**. *Apidologie*, v. 37, n. 2, 2006. Disponível em: <https://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/2006/02/m6035sp.pdf>. Acesso em: 01 outubro, 2018.

FAQUINELLO, et al. **CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS BIOMÉTRICOS E PRODUTIVOS EM COLÔNIAS DE *Melipona quadrifasciata anthidioides* LEPELETIER (*HYMENOPTERA: APIDAE*)**. *Ciênc. anim. bras.*, Goiânia, v.14, n.3, p. 312-317, jul./set. 2013. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cab/v14n3/06.pdf>>. Último acesso em 20 de outubro de 2019.

FRANCOY, Tiago Maurício. **Variabilidade Genético-Morfológica em Populações Neotropicais de *Apis Mellifera***. Tese. Doutorado em Medicina - Genética- Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto. 2007.

GAZIRE, José. **Apicultura em detalhes: roteiro para um curso médio de apicultura**. Belo Horizonte, 2008.

IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. & NUNES-SILVA, P. **As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro**. *Biota Neotrop. Biota Neotropica*. 2010, 10(4). Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00910042010>>.

MAIA, M. *et al.* **Meliponicultura no Rio Grande do Norte**. *Revista brasileira de medicina veterinária*, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/287674376_Meliponicultura_no_Rio_Grande_do_Norte>. Acesso em: 04 outubro, 2018

MICHENER, C.; GRIMALDI, D. The oldest fossil bee: Apoid history, evolutionary stasis, and antiquity of social behavior. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 85, 1998. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC281984/pdf/pnas00296-0205.pdf>>. Acesso em: 04 outubro, 2018.

NETO-NOGUEIRA, P. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997.

ÖZKAN KOCA, Ayça; KANDEMİR, Irfan. **Comparison of two morphometric methods for discriminating honey bee (*Apis mellifera* L.) populations in Turkey**. Disponível em <<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/134432>>. Último acesso em 11 de outubro de 2019.

PERUQUETTE, R. C. **Introdução ao estudo sobre abelhas**. Disponível em: <<http://www.ufac.br/site/ppgespa/polen/abelhas.html>>. Acesso em: 04 outubro, 2018

PERUQUETTI, R. C.; TEIXEIRA, L. V.; COELHO, F. M. **Introdução ao estudo sobre polinização**. Disponível em <<http://www.ufac.br/site/ppgespa/polen/polinizacao.html>>. Acesso em: 04 outubro, 2018

PIANARO, A. **Ecologia química de abelhas brasileiras: *Melipona rufiventris*, *Melipona scutellaris*, *Plebeia droryana*, *Nannotrigona testaceicornis*, *Tetragonisca angustula* e *Centris trigonoides***. Dissertação (Mestrado em Química orgânica) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007. Disponível em http://www.if.ufrj.br/biolig/art_citados/Ecologia%20qu%C3%ADmica%20de%20abelhas%20brasileiras%20Melipona%20rufiventris,%20Melipona%20scutellaris,%20Plebeia%20droryana,%20Nannotrigona%20testaceicornis,%20Tetragonisca%20angustula%20e%20Centris%20trigonoides.pdf. Acesso em: 03 outubro, 2018

ROCHA, Tamara ferreira da. **A Morfometria no Estudo Comparativo de Abelhas Nativas**. TCC, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, 2018.

ROHLF, F James; MARCUS, Leslie F. **A Revolution in Morphometrics**. *Tree* vol. 8, nº4, abril 1993.

ROUBIK, D. **Ecological impact on native bees by the invasive africanized honey bee.** *Acta Biológica Colombiana*, Bogotá, v. 14, n. 2, 2009. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2009000200010&lang=pt. Acesso em: 03 outubro, 2018.

SCHMIDT-NIELSEN, Knut. **Scaling: Why is animal size so important?** Cambridge University Press, 1984. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=8WkjD3L_avQC&oi=fnd&pg=PR11&ots=oTI9cpjQWN&sig=lcPpDgCZrPDXOtDjLIC0zwyhAdA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true>. Último acesso em 20 de outubro de 2019.

SFORCIN, José Maurício. **Própolis e geoprópolis: uma herança das abelhas** / José Maurício Sforcin et al. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2017.

SILVA-NETO et.al. **The stingless bee mandaçaia (*Melipona quadrifasciata Lepeletier*) increases the quality of greenhouse tomatoes.** Artigo Científico. Journal of Apicultural Research. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327421495_The_stingless_bee_mandacaia_Melipona_quadrifasciata_Lepeletier_increases_the_quality_of_greenhouse_tomatoes>. Último acesso em 10 de outubro de 2019.

SOUTO, Kleber Cleanto Faria Lemes. **Influência ambiental na morfometria de insetos.** Dissertação. Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. Instituto de Biologia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2010. Disponível em <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/13346/1/Diss%20Kleber.pdf>>. Último acesso em 10 de outubro de 2019.

STRANEY, O' Donald; PATTON, James L. **Phylogenetic and environmental determinants of geographic variation of the pocket mouse *Perognathus goldmani* osgood.** Museum of Vertebrate Zoology, University of California, Berkeley, California, 1980.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral dos Produtos das Abelhas Nativas Sem Ferrão.** Brasília– DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN). 2º edição. Brasil, 2018.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão.** Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN). Brasil, 2012.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). **Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global**, DF: 2017. 124p.

Oportunidade de negócio: A atividade de aluguel de colmeias. Sebrae Nacional, 2015. Disponível em <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-a-atividade-de-aluguel-de-colmeias,5661cc31effce410VgnVCM2000004d00210aRCRD> Último acesso: 17 de outubro de 2019.

Abelhas sem ferrão. Epagri- Ciram , 2016. Disponível em <http://ciram.epagri.sc.gov.br/apicultura/abelhas-sem-ferrao.html>. Último acesso: 19 de novembro de 2019