

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

FELIPE MINORU DE OLIVEIRA INAGAKI

**A INFLUÊNCIA DA POLINIZAÇÃO DAS ABELHAS (HYMENOPTERA,  
ANTHOPHILA) EM CULTURA DE MORANGO (*Fragaria x ananassa*  
CV. ALBION)**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2019

FELIPE MINORU DE OLIVEIRA INAGAKI

**A INFLUÊNCIA DA POLINIZAÇÃO DAS ABELHAS (HYMENOPTERA,  
ANTHOPHILA) EM CULTURA DE MORANGO (*Fragaria x ananassa*  
CV. ALBION)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Campo Mourão, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup> Elizabete Sekine Satsuki

Co-orientado: Prof. Dr. Paulo Agenor Alves Bueno

CAMPO MOURÃO

2019



## TERMO DE APROVAÇÃO

A INFLUÊNCIA DA POLINIZAÇÃO DAS ABELHAS (HYMENOPTERA, ANTHOPHILA) EM CULTURA DE MORANGO (*Fragaria x ananassa* CV. ALBION)

por

FELIPE MINORU DE OLIVEIRA INAGAKI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 04 de julho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> ELIZABETE SATSUKI SEKINE

---

Prof. Dr. PAULO AGENOR ALVES BUENO

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> DÉBORA CRISTINA DE SOUZA

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> RAQUEL DE OLIVEIRA BUENO

*O Termo de Aprovação assinado encontra-se na coordenação do curso de Engenharia Ambiental.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro momento quero agradecer a Deus, por cada vetor traçado em minha vida.

Agradeço a tia Liza e aos meus “irmãos”, Marin, Tati, Natália, Alex, Murilo, Nati, Renan, Laís e Fabiano, por serem essa família que me proporcionou diversos momentos bons para descontrair a pressão da graduação.

Agradeço também aos meus amigos Tayla, Vitor, Chierrito por serem meu apoio em todos os momentos difíceis e de desespero que tive pelo caminho. Mas agradecer mais ainda por todas as lembranças boas que vou levar da faculdade para a vida. E além dos três não poderia deixar de citar vocês que foram minha família durante anos, Cansa, Jorge, Keith, Brad, Gui, Ruan, Gabi, Taynah, Lari, Nati, Julia e Iolanda.

As meninas de Birigui, Gabi por me ajudar desde a instalação até o final da faculdade, e a Naty por estar presente desde que entrou na UTF.

Agradeço ao pessoal do laboratório, que me ajudou na pesquisa que gerou excelentes frutos: Beatriz Rodrigues, meu braço direito, Mariana Andrade Chaves e Ivens Vinícius Matos meus parceiros de eventos, Gustavo de Jesus Pizzoloto, Nicolas Hyrycena, Yumi Munitiko e Drieli Oliveira que ajudaram nas visitas e todos aqueles que ajudaram direta e indiretamente.

Agradeço a Bruna Gualdi por ter sido um presente que me equilibrou em cada momento de raiva, e a Alana por estar presente e ser companheira nesses últimos anos.

Agradeço aos meninos Du, Túlio, Batata, Pedrão e Stefano da Rep. Omega, por me acolherem nesses meus últimos meses de Campo Mourão.

Agradecer aos professores, por todo ensinamento acadêmico e de vida que me transmitiram, acredito que amadureci muito na graduação e me espelho em um pouco de cada um de vocês com objetivo de me tornar um profissional ético de qualidade.

Agradecimento em especial a professora Raquel de Oliveira Bueno que me ajudou em primeiro instante a amadurecer na escrita e esteve durante todo o tempo presente, ao professor Paulo Agenor Alves Bueno, que apesar de eu ter tido medo quando entrei no projeto mostrou o quão grande é o coração desse homem com cara de bravo, e me acolheu como orientando, a Ana Paula Peron e ao Kaiser

Schwarcz que mal chegaram na UTFPR e já me presentearam com um pouco das suas essências profissionais, nas quais quero alcançar. E não poderia esquecer-me da melhor orientadora do mundo, a “Beth” que me mostrou o quão alto posso voar, que me deu segurança, que mais que orientadora foi uma mãe durante esses quatro anos de projetos.

Agradeço a UTFPR por ser como uma casa, na qual tenho orgulho de fazer parte da sua história.

Agradecimento a Paula Pedroso e sua família que me acolheu em sua produção com todo carinho e incentivo a pesquisa. Além dos motoristas Soleandro e Rubens, por todo companheirismo ao longo da pesquisa.

Agradeço ao Mario Lino Bearare, que cumpriu um papel de pai, me apoiando durante todos os momentos desde que me presenteou com essa família que tenho hoje.

E por fim agradeço infinitamente a minha mãe Denise Vaz de Oliveira, a mulher mais guerreira que é minha fonte de inspiração, pois sem você nada disso seria possível. Cada conquista minha é uma vitória sua.

## RESUMO

O morango pode ser produzido por autopolinização, porém mostra certa dependência por polinizadores. Este trabalho teve como objetivo verificar a influência da polinização pelas abelhas em cultura de *Fragaria x ananassa* Duch CV. Albion (morango). Foi realizado o levantamento de espécies polinizadoras e observado três diferentes tratamentos de polinização das flores: a) Autopolinização (AP), sem polinização, no qual as flores permaneceram cobertas até a frutificação; b) Polinização Controlada (PC), permitindo a visita de apenas uma abelha e c) polinização livre (PL), com flores expostas durante todo o tempo. Após a frutificação e a maturação os morangos foram pesados em laboratório e o teor de açúcar foi medido com um refratômetro manual. Também foi feita a contagem de aquênios desenvolvidos. Embora o tratamento de polinização controlada se mostre menos efetiva quando comparada a polinização livre, ele ainda mostra a melhor qualidade do morango em relação a autopolinização.

## ABSTRACT

Strawberries can be produced by self-pollination, but dependence on pollinators, and it is possible to use the management of swarms of native bees, to increase production, and improvement of the product. The objective of this study was to verify the influence of pollination by bees in culture of *Fragaria x ananassa* Duch CV. Albion (strawberry). Three treatments were performed: a) Self-pollination (AP), without pollination, in which the flowers remained covered until the fruiting; b) Controlled Pollination (PC), allowing the visit of only one bee and c) free pollination (PL), with flowers exposed all the time. After fruiting and maturation the strawberries were taken to the laboratory where they were weighed, the sugar content was measured with a manual refractometer. Although the controlled pollination treatment is less effective when compared to free pollination, it still shows the best strawberry quality in relation to self-pollination.

## SUMÁRIO



<b>UTFPR</b> UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ .....	<b>3</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1 Objetivo Geral .....	10
2.2 Objetivos Específicos .....	10
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>11</b>
3.1 Polinização e sua conservação .....	11
3.2 Polinização na agricultura e seus manejos .....	12
3.3 Polinização em morangueiros .....	13
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
4.1 Localização .....	15
4.2 Levantamento de espécies de abelhas polinizadoras .....	15
4.3 Comportamento das abelhas sobre a flor.....	16
4.4 Tratamentos de polinização .....	16
4.7 Análises dos dados .....	18
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>19</b>
5. 1. Diversidade de abelhas polinizadoras .....	19
5. 2. Influência da polinização .....	19
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>27</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo de morangueiros no Brasil teve início em escala comercial por volta de 1960 com o cultivar “Campinas” (LORENZI et al., 2006). É um fruto muito apreciado por grande parte da população e por possuir diversos cultivares com diferentes adaptações, o produto pode ser encontrado durante todo o ano no mercado.

A polinização é um mecanismo ecossistêmico, que promove a reprodução vegetal, sendo assim um fator essencial na produção agrícola. A abelha é um grande polinizador que pode também ser usada como ferramenta, porém no Brasil existe certo preconceito, pois as abelhas são vistas como insetos agressivos.

No entanto o Brasil apresenta grande potencial de abelhas-sem-ferrão para ser explorada como polinização de culturas, bem como a mamangava, jatai e arapuá que são abelhas de grande visibilidade nas produções frutíferas. Para uso desse recurso de polinização práticas-amigáveis tem que ser consideradas e aplicadas no agroecossistema, visando manter o habitat de produção o mais natural possível. Assim, as espécies permanecerão e contribuirão na polinização (Ferreira, 2015).

Apesar de o morango ser um fruto de autopolinização, ainda mostra certa dependência de polinizadores, o que permite a utilização de práticas-amigáveis como manejo de enxames de abelhas nativas, para aumento de produção, e melhoramento do produto (MALAGODI-BRAGA, 2002; MAUÊS et al., 2015).

Sendo assim, este estudo teve como objetivo analisar a influência da polinização por abelhas no produto final do morango semihidropônico cultivado em estufa.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Verificar a influência da polinização por abelhas em cultura de *Fragaria x ananassa* Duch CV Albion (morango).

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar as abelhas polinizadoras da flor do morango;
- Comparar medidas morfométricas (volume e peso) dos frutos em três diferentes cenários de polinização pelas abelhas;
- Comparar a quantidade de açúcar presente nos morangos entre os tratamentos;
- Comparar o número de aquênios desenvolvidos entre os tratamentos;
- Descrever o comportamento das abelhas com maior frequência na flor do morango.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Polinização e sua conservação

A polinização é a transferência de grãos de pólen das anteras de uma flor para o estigma da mesma ou de outra flor de mesma espécie. As anteras são os órgãos masculinos de uma flor, sendo os grãos pólen seus gametas. Para que haja formação de frutos e sementes é necessário que os grãos de pólen fecundem os óvulos (FERREIRA, 2015; MALAGODI-BRAGA, 2018).

A transferência de pólen pode ocorrer por meio do vento, água e animais, como insetos, morcegos e aves. Para atrair os animais polinizadores as espécies vegetais costumam oferecer recompensas, como pólen, néctar, óleos ou mesmo cores e odores, utilizados na alimentação ou reprodução dos animais (FAEGRI; VAN DER PIJL, 1979; FERREIRA, 2015).

A polinização é considerada um serviço ecossistêmico que suporta o aumento de produção agrícola. Sendo um processo essencial para o bem-estar da sociedade, já que um terço dos principais produtos agrícolas consumidos no mercado depende de polinizadores (RECH et.al., 2014; MAUÊS, 2014). O Ministério do Meio Ambiente (2015) ainda alega que a falta da polinização pode comprometer a segurança alimentar, diminuir a produtividade, afetando assim diretamente a economia.

Polinizações realizadas por animais mais especializadas que aquelas feitas por ventos ou águas, visto que houve evolução por milhares de anos, favorecendo adaptações físicas e comportamentais das espécies de vegetais e agentes polinizadores, que se tornaram tão dependentes, que a extinção de uma compromete totalmente a outra (FERREIRA, 2015).

As abelhas formam um grupo diverso e numeroso, com mais de 16 mil espécies e modos de vidas, variando de solitárias a sociais. A grande maioria alimenta-se exclusivamente de recursos florais. Além de servir como alimento os recursos florais são fundamentais para as abelhas por serem utilizados como componentes das células de crias, na construção dos ninhos e no comportamento reprodutivo (PINHEIRO et al., 2014).

Melitofilia se refere à síndrome de polinização por abelhas. Polinizam flores com antese diurna, com variação de cores de ultravioletas ao amarelo, e

frequentemente são guiadas pelos visuais do pólen ou néctar. Flores geralmente delicadas e com odor frequentemente agradável. Na maioria das vezes o néctar se encontra escondido em pequena quantidade e alta concentração de açúcares (RECH; AVILA JR; SCHLINDWEIN, 2014).

As abelhas são os principais agentes polinizadores de plantas nativas e cultivadas, por isso a conservação das espécies é fundamental para a manutenção da biodiversidade vegetal e para produção de alimentos. Para contribuir com a conservação de polinizadores é necessário reduzir o desmatamento de áreas de vegetação natural, pois tais abrigam espécies vegetais que são fontes de pólen e néctar, além de oferecer locais propícios para construção de ninhos (JUNQUEIRA; AUGUSTO, 2018).

### **3.2 Polinização na agricultura e seus manejos**

O potencial das abelhas-sem-ferrão na polinização é grande, com isso caixas-armadilhas podem ser utilizadas para atrair enxames para sua produção. Grande parte dessas abelhas são solitárias, de difícil criação e manejo, porém práticas amigáveis à conservação desses polinizadores nos agroecossistemas precisam ser incentivadas (PINHEIRO et al., 2015; MAUÊS; CAVALCANTE; SANTOS, 2014).

Para evitar declividade na presença de polinizadores naturais em produções comerciais, que conseqüentemente diminui a produção de frutos, se torna necessário buscar alternativas para garantir a permanência desses polinizadores no agroecossistema, seja por manejo direto de polinizadores, ou adoção de medidas que beneficiam o ambiente para esses agentes (MAUÊS et al., 2015).

Outra ação importante por parte dos produtores é a utilização racional de agrotóxicos, pois tal uso exagerado tem efeitos nocivos ao meio ambiente e aos polinizadores. Em fase de floração contaminam o pólen e o néctar, podendo modificar o comportamento dos insetos, que passarão a evitar visita nas flores de cultivo. Além disso, podendo causar morte dos insetos adultos e imaturos, reduzindo o tamanho das populações (JUNQUEIRA; AUGUSTO, 2018).

Em um planejamento de nova área de cultivo é importante considerar reservas florestais em suas proximidades, que possam funcionar como fornecedora de polinizadores. Visto que os cultivos com maior diversidade de polinizadores

visitando suas flores aumentam consideravelmente sua produção (FERREIRA, 2015).

Estudos comprovam que a ausência de polinização pode afetar diretamente no resultado da produção. Segundo Almeida et. al (2000) mostra que a ausência de polinizadores pode afetar em até 65% na produção de Gabiroba (*Campomanesia* spp.). Giannini et. al. (2015), afirma que contribuição de polinizadores totaliza em U\$ 12 bilhões da renda agrícola do Brasil, citando como maior influencia dentre as 141 culturas analisadas a soja, café, tomate, algodão, cacau em grão e laranja, respectivamente.

### **3.3 Polinização em morangueiros**

Produzido nas mais variadas regiões do mundo, com maior predominância na região temperada do hemisfério norte, a conjugação de novas variedades, com maior potencial agrônômico, permite com que hoje se encontre frutos no mercado o ano inteiro. O cultivar Albion possui período de frutificação longa, resistente a secas, e doenças na qual facilita o seu cultivo, pode chegar de quarenta a sessenta gramas, com bagas densas, grande doçura e perfume (PALHA, CAMPO; OLIVEIRA, 2007; HOMELINESS, 2017).

O morangueiro é uma herbácea perene, que devido a suas características fisiológicas e morfológicas suas flores podem se autopolinizar, no entanto, raramente o grão de pólen atinge por espontaneidade a totalidade dos estigmas, e se os óvulos não forem fecundados, não há crescimento local do receptáculo, o que gera um produto deformado (BARBOSA, 2009).

Os estigmas da flor do morango se tornam receptíveis a polinização com o passar dos dias de vida, sendo que no seu primeiro dia apenas a base está receptível, no segundo a base e as laterais e só no terceiro está receptível por completo (BARBOSA, 2009).

O morango é um fruto altamente influenciado por fatores meteorológicos, dentre eles temperatura e comprimento do dia. Em consequência, ocorre variação de comportamentos de desenvolvimento de um mesmo cultivar em diferentes regiões ou ambientes O conhecimento da fenologia das cultivares pode ser usada como ferramenta de escalonamento da produção, para ampliar o período de safra,

possibilitando vantagens na comercialização (CALVETE, et.al., 2008; COCCO, 2014).

O morango resulta do desenvolvimento do receptáculo floral que acumula açúcares e vitaminas, e amadurece como se fosse um “fruto verdadeiro”. Porém, o morango é um pseudofruto, os frutos verdadeiros, podem ser denominados como aquênios, encontrados ao redor da polpa. Os aquênios que possuem seus óvulos fertilizados crescem e tornam-se maiores que aqueles que não houveram a fecundação (MALAGODI-BRAGA, 2018).

A principal abelha polinizadora do morango em escala mundial é *Apis mellifera*, porém a espécie *Tetragonisca angustula*, que é uma espécie nativa, que pode ser domesticada demonstrou efetividade na polinização dos cultivares ‘Oso Grande’ e ‘Sweet Charlie’, além de reduzir o percentual de frutos deformados apresentou aumento de peso dos morangos (MALAGODI-BRAGA, 2018).

Para ser vendidos *in natura* os morangos necessitam de um agente polinizador, pois a morfologia de suas flores e padrão de maturação de seus estames e pistilos não favorecem na ocorrência da autopolinização. Morangos polinizados por insetos aumentam seus pesos e reduzem o percentual de deformidade (MALAGODI-BRAGA, 2002).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização

O presente trabalho foi realizado em uma estufa de *Fragaria x ananassa* Duch. CV. Albion em cultura semi-hidropônica (Figura 1), de dimensão 12 x 40 metros, localizada na Chácara do Gordo, no município de Araruna, Paraná (24°03'14.2"S 52°31'20.4"W). Além dos morangueiros, a chácara contém produção de hortaliças hidropônicas, criação de vacas leiteiras, e pomares com diversas frutas.

**Figura 1 - Estufas de Morangos *fragaria x ananassa*, localizada na Chácara do Gordo, Alto do Divino, município de Araruna, Paraná**



Fonte: Autor próprio (2018)

### 4.2 Levantamento de espécies de abelhas polinizadoras

O levantamento de espécies de abelhas foi realizado semanalmente de 27 de março a 24 de abril de 2017, das 08 às 12 horas e das 13 às 17 horas. Em intervalos de 20 minutos a cada hora os coletores percorriam os corredores do cultivo coletando as abelhas presente nas flores.

As coletas foram feitas com frascos mortíferos contendo algodão umedecido com acetato de etila, e as abelhas capturadas foram posteriormente armazenadas em tubos *ependorf*. Os exemplares coletados foram levados para o laboratório de Zoologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, montados e identificados com base na coleção de referência ou, quando necessário, enviados para especialistas.

### 4.3 Comportamento das abelhas sobre a flor

O comportamento das abelhas durante as visitas na flor foi avaliado por meio de observações visuais diretas. As observações foram realizadas semanalmente das 8:30 as 17 horas, durante 20 minutos a cada hora, com registros fotográficos, procurando visualizar qual recurso era coletado (pólen ou néctar) da flor e quais partes florais eram tocadas pelo corpo das abelhas.

### 4.4 Tratamentos de polinização

Para obtenção de dados referentes ao sistema reprodutivo do morango, as coletas foram realizadas de maio de 2017 a novembro de 2018. Para isso foram ensacados 15 botões florais, com saquinho de papel e barbante, e mais cinco foram marcados somente com barbante. Após três dias, quando as flores estavam totalmente receptíveis à polinização, foram realizados três diferentes tratamentos com os botões no período das 10 às 16 horas. Para uniformizar o trabalho, os tratamentos foram realizados apenas com botões secundários. Os tratamentos aplicados nas flores foram:

a) Polinização livre (PL), onde os botões florais permaneceram marcados e expostos em ambiente natural, até que os morangos estivessem maduros.

b) Autopolinização (AP), onde os saquinhos com os botões permaneceram fechados até que o fruto madurasse.

c) Polinização controlada (PC), onde os saquinhos foram abertos, e os botões florais foram observados até que pousasse a primeira abelha. Durante a visita, eram registrados o tempo gasto com a polinização, o comportamento do visitante floral e a espécie das abelhas. Caso o coletor tivesse dúvida sobre as espécies das abelhas, as mesmas foram fotografadas e identificadas por especialistas. Após isso, os saquinhos eram fechados até a maturação do morango.



Os morangos maduros e que sofreram os tratamentos foram coletados. Só foram considerados os frutos que apresentavam estados de venda, maduros e livres de fungos.

#### 4.6 Medidas dos morangos

Os morangos coletados foram encaminhados para o Laboratório de Biodiversidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, onde foram padronizados, sendo tirados os cálices e caules, e assim realizados quatro procedimentos: pesagem, medição de volume, teor de açúcar e contagem de frutos presentes.

Os morangos foram pesados em balança de alta precisão (modelo AY220).

Para cálculo de volume foram extraídas cinco medidas, sendo altura, diâmetro superior e diâmetro inferior. Então foi feita a média dos raios superiores e inferiores e calculados através da equação 1.

$$V = \frac{\pi h}{3} * [R^2 + R * r + r^2] \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

V= Volume

h= altura

R= Raio maior

r= raio menor

Para facilitar a contagem, os morangos foram descascados, e as partes em que se encontravam os aquênios foram colocados em placa de petri com papel filtro e levadas até a estufa em temperatura de 40°C, por 24 horas. Desta forma os aquênios se soltavam com maior facilidade para serem quantificados.

A polpa restante foi espremida em um béquer, para extração do suco, que foi colocado em um refratômetro manual (modelo 0-50% brix) para medir a porcentagem de açúcares.

#### **4.7 Análises dos dados**

Para verificar se houve diferenças entre as variáveis peso, quantidade de açúcar, número de frutos, e volume foi realizado o teste ANOVA de um critério, e construído um gráfico Box-Plot através da estatística descritiva.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5. 1. Diversidade de abelhas polinizadoras

Foram coletados 343 indivíduos distribuídos em duas famílias e dez espécies de abelhas (Tabela 1). As espécies coletadas e seu comportamento estão publicados em Inagaki et.al, (2018) e Chaves et.al (2018). Assim como Malagodi-Braga (2002), três espécies de abelhas foram abundantes: *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* e *Trigona spinipes*.

**Tabela 1- Relação de abundância das espécies de abelhas encontradas em flores de morango nas áreas de estudo coletadas por meio de Rede Entomológica.**

<b>Espécie</b>	<b>Família</b>	<b>Número de indivíduos</b>
<i>Apis mellifera</i> -Linnaeus, 1758	Apidae	145
<i>Augochlorella</i> sp. 1	Halictidae	2
<i>Augochlorella</i> sp. 2	Halictidae	2
<i>Ceratina</i> ( <i>Crewella</i> ) sp.	Apidae	2
<i>Exomalopsis</i> ( <i>Exomalopsis</i> ) <i> analis</i> -Spinola, 1853	Apidae	5
<i>Dialictus</i> sp.	Halictidae	1
<i>Paroxystoglossa</i> sp. 1	Halictidae	1
<i>Plebeia remota</i> -(Holmberg, 1903)	Apidae	2
<i>Tetragonisca angustula</i> -(Latreille, 1811)	Apidae	106
<i>Trigona spinipes</i> -(Fabricius, 1793)	Apidae	78

Fonte: (Inagaki et.al 2018).

### 5. 2. Influência da polinização

Foram consideradas 44 amostras de morangos, sendo elas 17 no tratamento AP, 16 no tratamento PL e 10 no PC (Tabela 2). O experimento foi aplicado a mais amostras, porém, quando considerados vetores, como morte do botão, fungos, ou apodrecimento do fruto, as amostras foram descartadas.

Os morangos considerados no tratamento PC foram polinizados por abelhas sociais *Apis mellifera* (abelha europeia africanizada), *Trigona spinipes* (arapuá),

*Nannotrigona testaceicornis* (iraí), e uma espécie não identificada da família Halictidae.

Tabela 2- Resultados de tratamentos reprodutivos realizados com botões de flores de morango semi-hidropônico, Araruna, Paraná.

Tratamento	Espécie	Tempo de Visita (s)	Peso (g)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Número de Frutos	Teor de Açúcar
AP	-	-	2.38	1.61	61	7.2
AP	-	-	13.99	9.77	232	5.5
AP	-	-	1.08	1.43	151	7.8
AP	-	-	-	7.59	33	8.3
AP	-	-	13.92	-	11	-
AP	-	-	10.44	11.88	-	-
AP	-	-	-	6.37	201	4.9
AP	-	-	-	-	182	10.2
AP	-	-	-	6.86	106	5.3
AP	-	-	-	6.43	-	14.5
AP	-	-	7.95	7.47	143	-
AP	-	-	8.03	10.53	-	12
AP	-	-	6.23	7.67	-	14
AP	-	-	7.69	16.93	-	8
AP	-	-	9.23	-	-	-
AP	-	-	4.96	0.6122	119	7.2
AP	-	-	4.22	0.85	99	5.6
PC	-	-	-	7.59	33	8.3
PC	<i>Apis mellífera</i>	28	11.03	8.70	198	7.8
PC	<i>Apis mellífera</i>	26	6.20	5.56	160	5.9
PC	<i>Apis mellífera</i>	47	8.90	-	228	5.5
PC	<i>Apis mellífera</i>	13	5.99	0.37	83	5.8
PC	<i>Trigona spinipes</i>	51	12.29	9.84	186	7.8
PC	<i>Trigona spinipes</i>	54	14.94	-	158	5.5

PC	<i>Trigona spinipes</i>	95	9.784	1.69	154	8
PC	<i>Trigona spinipes</i>	112	12.02	14.19	146	12
PC	<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	37	4.84	7.34	-	10.1
PC	<i>halictidae</i>	98	13.91	13.91	171	7.1
PL	-	-	15.62	12.44	355	6.4
PL	-	-	13.53	14.34	34	8.3
PL	-	-	6.71	4.25	212	6.9
PL	-	-	14.58	7.19	232	6.3
PL	-	-	12.20	5.28	327	7.8
PL	-	-	16.74	8.70	371	6
PL	-	-	10.46	8.73	196	6.3
PL	-	-	10.33	6.09	229	7.9
PL	-	-	15.62	13.79	355	6.4
PL	-	-	16.83	12.83	318	7.6
PL	-	-	16.69	10.74	418	8.2
PL	-	-	16.70	11.90	279	8.2
PL	-	-	11.14	9.44	320	5.6
PL	-	-	19.96	14.34	345	7
PL	-	-	18.23	14.34	243	8.5
PL	-	-	12.62	9.72	283	8.3

Legenda: AP- Autopolinização; PC- Polinização Controlada; PL- Polinização Livre.  
 Fonte: Autoria Própria (2019).

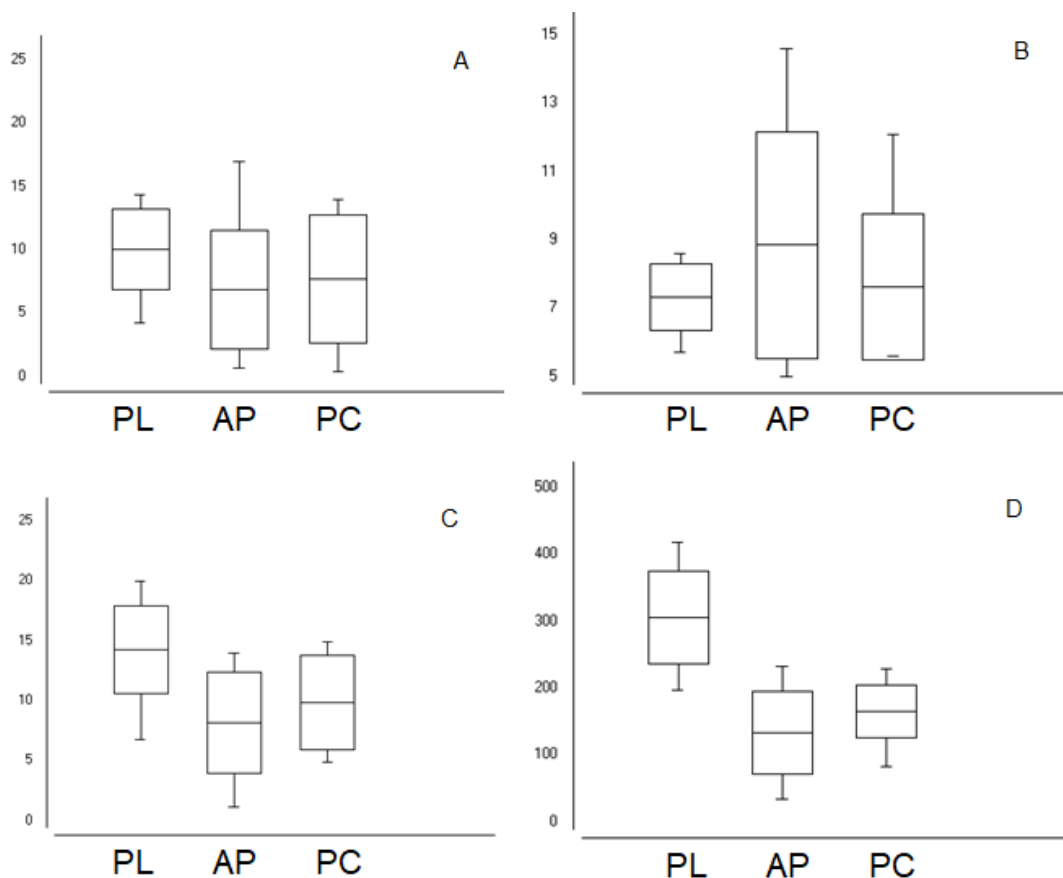
O tratamento PL se mostrou com melhor média quando analisados peso, volume e número de aquênios desenvolvidos em relação aos demais tratamentos (Tabela 3).

**Tabela 3- Média e variância do peso, volume, percentual de açúcar presente e quantidade de aquênios desenvolvidos nos diferentes tratamentos**

	Peso (gramas)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Açúcar (%BRIX)	Aquênios(unidade)
AP	7.54(±3.75)	6.18(±4.49)	8.7461(±3.19)	111.70(±66.93)
PL	14.24(±3.35)	10.03(±3.09)	7.2313(±0.93)	305.81(±67.06)
PC	10.03(±3.14)	7.07(±4.75)	7.52(±2.02)	164.88(±37.73)

Fonte: Autoria Própria (2019).

**Figura 2- Estatística descritiva nos três tratamentos PL (Polinização Livre), AP (Auto Polinização), PC (Polinização Controlada). A) Volume do morango; B) Teor de Açúcar; C) Peso; D) Número de aquênios desenvolvidos**



Fonte: Autoria Própria (2019)

O volume (Figura 2A), e o teor de açúcar (Figura 2B), não apresentaram diferenças. Já em relação ao peso (Figura 2C) e número de aquênios desenvolvidos (Figura 2D), houve diferenças no tratamento PL, em relação aos demais tratamentos.

Assim como Witter et. al.(2012) os morangos de tratamentos PL obtiveram melhor desenvolvimento em relação aos demais tratamentos, visto que os mesmos obtiveram livre polinização, tanto por abelhas, como por outros insetos e pelo vento. Siqueira (2012), também observou melhor resultado em goiabeiras da polinização livre, até mesmo quando comparada a polinização cruzada manual.

Embora os tratamentos PC e AP não obtiveram grande diferenças estatísticas significativas, o tratamento PC ainda demonstra maior desenvolvimento no peso, número de frutos desenvolvidos, e volume.

Estudos mostram que há uma complementaridade de polinização quando ocorre a visitação de mais de uma espécie de abelha, visto que cada espécie possui diferentes comportamentos de acordo com seu interesse de recursos (CHANGNON et. al., 1993; MALAGODI-BRAGA; KLEINERT, 2007; CHAVES et. al, 2017). Assim como Viana et.al. (2014) mostra que a utilização de 12 colmeias de *Melipona quadrifasciata* juntamente a sete de *A. melífera* promove um aumento de produção de maçãs de 47% em relação ao uso de apenas *A. melífera* na produção de maçãs.

Em estudo onde se analisou a polinização da flor de melancia por quatro, seis, nove, doze e quinze abelhas das espécies *A. melífera* e *T. spinipes*, observou-se que quanto maior a frequência, melhor a qualidade do fruto (ALENCAR, 2013).

Assim como em outros estudos as espécies mais abundantes foram *A. melífera* (Figura 3) e *T. spinipes* (Figura 4), responsáveis pela melhoria de qualidade das maçãs, laranjas e melancias (VIANA et. al,2014; MALERBO-SOUZA et. al., 2003; ALENCAR, 2013).

Figura 3- Comportamento de *Apis melífera* nas flores do morangueiro *Fragaria x ananassa* Duch CV. Albion, localizada na Chácara do Gordo da Comunidade Alto do Divino, Araruna-PR



Fonte: Chaves et. al (2018).

Chaves et. al. (2018) observou que tanto *A. melífera* como *T. angustula*, apresentaram comportamentos semelhantes, onde se posicionavam sobre o ápice da flor, se movimentando angularmente como na sequência de fotos das Figuras 3 e 4. Alves e Freitas (2006), dizem que devido ao seu tamanho as abelhas melíferas proporcionam contato com os estigmas durante a permanência sobre a flor, e ao levantarem vôo, proporcionam uma queda dos grãos fertilizando assim a flor.



Figura 4- Comportamento de *Trigona spinipes* nas flores do morangueiro *Fragaria x ananassa* Duch CV. Albion, localizada na Chácara do Gordo da Comunidade Alto do Divino, Araruna-PR



Fonte: Chaves et. al (2018).

Malagodi-Braga e Kleinert (2007) observaram que *T. spinipes* e *A. melífera*, são polinizadoras igualmente eficientes na produção de morangos e que ocorre um efeito complementar de outras espécies de abelhas, como a *Dialictus* sp. que se concentra na parte basal da flor, enquanto a *A. melífera* e *T. spinipes*, se concentram na parte apical.

## **6 CONCLUSÃO**

Embora o tratamento de polinização controlada se mostre menos efetiva quando comparada a polinização livre, ele ainda mostra a melhor qualidade do morango em relação a autopolinização. Com base na literatura para melhoria do produto, a complementação de diferentes espécies de visitantes pode acarretar o aumento da produção devido aos seus diferentes comportamentos.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, L. C. EFEITO DAS ABELHAS NA FRUTIFICAÇÃO E QUALIDADE DA MELANCIA (cv. CRINSONS WEET) NA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO PIAUÍ. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2013.
- ALMEIDA, M. J. O. de F.; NAVES, R. V.; XIMENES, P.A.. INFLUÊNCIA DAS ABELHAS (*Apis melífera*) NA POLINIZAÇÃO DA GABIROBA (*Campomanesia* spp.<sup>1</sup>). **Pesquisa Agropecuária Tropical**. P. 25-28. Goiás, 2000.
- ALVES, E. A.; FREITAS, B. M.. Comportamento de pastejo e eficiência de polinização de cinco espécies de abelhas em flores de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, n.2, p216-220. Centro de Ciências Agrárias- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2006.
- BARBOSA, José Felinto. ECOLOGIA DA POLINIZAÇÃO DE *Fragaria x ananassa* Duchesne CV 'AROMAS'(ROSACEAE) EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO ORGÂNICO E CONVENCIONAL, SOB PROTEÇÃO DE TÚNEIS BAIXOS, EM RANCHO QUEIMADO, SC, BRASIL. 2009. 72 p. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. de L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T; CECCHETTI, D. Fenologia, Produção e Teor de Antocianinas de Cultivares de Morangueiro em Ambiente Protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008. CÂMARA, G. M. de S. Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. **VISÃO AGRÍCOLA**. N°5. p. 63-66. Piracicaba, 2006.
- CHAVES, M. A.; INAGAKI, F. M de O.; HYRYCENA, N. R.; PIZZOLOTO, G. J.; SEKINE, E. S.. COMPORTAMENTO DE ABELHAS SOCIAIS VISITANTES EM CULTURA DE MORANGO (*Fragaria x ananassa* Duch, cv. Albion). **GEOMAE**. v.8 Especial SIAUT p.68-85 , Campo Mourão, Paraná, 2018.
- COCCO, K. L. T.. FENOLOGIA, POTENCIAL PRODUTIVO E FONTES DE ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO MORANGUEIRO. **Dissertação (Mestrado)**. Frederico Westphalen, 2014.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. **The principles of pollination ecology**. 3 ed. p. 9-10. New York: Persona Press, 1979.
- FERREIRA, B.. **Manual de Boas Práticas Agrícolas: Conservação e manejo de polinizadores para uma agricultura sustentável**. Fundo Brasileiro para a Biodiversidade- Rio de Janeiro, 2015.

HOMELINESS. **Albion Morango: descrição da variedade e opiniões de cultivo.** Disponível em: < <http://homeliness.com/pt/pages/69069>>. Acesso em: 10 de mai de 2018.

INAGAKI, F. M. de O.; CHAVES, M. A.; MATOS, I. V.; SILVA, B. R. de; Sekine, E. S.. LEVANTAMENTO DE ABELHAS POLINIZADORAS EM CULTURA DE MORANGO (*Fragaria x ananassa* Duch, cv. Albion). **GEOMAE**. v.8m Especial SIAUT, Campo Mourão, Paraná, 2018.

JUNQUEIRA, C. N.; AUGUSTO, S. C.. **GUIA PRÁTICO PARA CRIAÇÃO E MANEJO DE POLINIZADORES DO MARACUJÁ-AMARELO.** Universidade Federal de Uberlândia- Uberlândia, Minas Gerais, 2018.

KLEINERT-GIOVANNINI, A. The influence of climatic factors on flight activity of *Plebeia emerina* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) in winter. **Revista brasileira de Entomologia**, , v. 26, n. 1, p. 1-13. 1982.

LORENZI, H.;BACHER, L.; LACERDA, M.; LACERDA, M.; SARTORI, S.. **FRUTAS BRASILEIRAS e Exóticas Cultivadas (de consumo *in natura*).** 2. Ed. p. 486. Nova Odessa, 2009.

MALAGODI-BRAGA, Kátia Sampaio. **ESTUDO DE AGENTES POLINIZADORES EM CULTURA DE MORANGO (*Fragaria x ananassa* Duchesne Rosaceae).** 104 p. Tese (Doutorado)- Instituto de biociências da Universidade de São Paulo, 2002.

MALAGODI-BRAGA, K. S. (Brasil). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Agricultura e polinização: Resultados para morangueiros.** 2018. 12 slides. Disponível em : <<http://www.webbee.org.br/meliponicultura/katia.pdf>>. Acesso em: 24 de mai. de 2018.

MALAGODI-BRAGA, K. S. (Brasil). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A polinização como fator de produção na cultura do morango.** 2. Ed. Jaguariúna, São Paulo, 2018.

MAUÊS, M. M. Economia e polinização: custo, ameaças e alternativas. In: RECH, André Rodrigo. **Biologia da Polinização.** p.461-481. Rio de Janeiro: Projeto social, 2014.

MAUÊS, M. M.; CAVALCANTE, M. C.; SANTOS, A. C. S.. **As abelhas nativas e a castanheira-do-brasil: práticas amigáveis aos polinizadores em agroecossistemas amazônidas.** XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 2014, Goiânia. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119370/1/Marcia-Motta-Maues.pdf>>. Acesso em: 20 de mai. de 2018.

MAUÊS, M. M.; KRUG, C.; WADT, L. H. O.; DRUMOND, P. M.; CAVALCANTE, M. C.; SANTOS, A. C. S. dos. **A castanheira-do-Brasil: Avanços no conhecimento de práticas amigáveis à polinização.** Fundo Brasileiro para a Biodiversidade- Rio de Janeiro, 2015.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Projeto avalia a importância da polinização para agricultura**. Comunicação. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=785>>. Acesso em: 18 de mai. de 2018.

PALHA; M. G.; CAMPO, J.; OLIVEIRA, P. B. de. Produção de Outono com diferentes materiais de propagação vegetativa. **AGRO 556**. Nº 4. 2007.

PINHEIROS, M. M. Economia e polinização: custo, ameaças e alternativas. In: RECH, André Rodrigo. **Biologia da Polinização**. p.461-481. Rio de Janeiro: Projeto social, 2014.

RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADA, I. M.. **Biologia da Polinização**. p. 9. Rio de Janeiro: Projeto social, 2014.

RECH, A. R.; AVILA-JR., R. S de; SCHLINDWEI, C.. **Biologia da Polinização**. p. 171-181. Rio de Janeiro: Projeto social, 2014.

SIQUEIRA, K M. M. de. Polinização da goiabeira (*Psidium guajara* L). **Embrapa Semiárido**. p. 139-1156. Petrolina, 2012.

WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B.; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v.47, n.1, p.58-65, jan. 2012