



**KELINTON CÂNDIDO DOS SANTOS**

**OCORRÊNCIA DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA)  
EM CULTIVO DE ROSÁCEAS E SEUS EFEITOS NA  
POLINIZAÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS**

**LAVRAS – MG  
2020**

**KELINTON CÂNDIDO DOS SANTOS**

**OCORRÊNCIA DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM CULTIVO DE  
ROSÁCEAS E SEUS EFEITOS NA POLINIZAÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para obtenção de título de Doutor.

Prof. Dr. Stephan Malfitano Carvalho  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Santos, Kelinton Candido.

Ocorrência de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em cultivo de  
Rosáceas e seus efeitos na polinização e qualidade de frutos. /  
Kelinton Candido Santos. - 2020.

100 p. : il.

Orientador(a): Stephan Malfitano Carvalho.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2020.  
Bibliografia.

1. Abelhas. 2. Polinização. 3. Qualidade de frutos. I. Carvalho,  
Stephan Malfitano. II. Título.

**KELINTON CANDIDO DOS SANTOS**

**OCORRÊNCIA DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM CULTIVO DE ROSÁCEAS E SEUS EFEITOS NA POLINIZAÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS**

**OCCURRENCE OF BEES (HYMENOPTERA: APOIDEA) IN CULTIVATION OF ROSACEA AND ITS EFFECTS ON POLLINATION AND QUALITY OF FRUITS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do programa de pós-graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para obtenção de título de Doutor.

APROVADA em 27 de Fevereiro 2020.

Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira DEN - UFLA  
Dr. José Eustáquio dos Santos Júnior UFMG  
Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho DCA - UFLA  
Dra. Brígida Souza DEN - UFLA

Prof. Dr. Stephan Malfitano Carvalho  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2020**

*“A Deus, que sempre esteve ao meu lado guiando para que pudesse chegar ao fim desse trabalho e não permitindo que eu desistisse pelos percalços da vida. Meu maior apoio nos momentos mais difíceis.”*

*“Ao professor Dr. César Freire Carvalho (in memoriam), grande profissional, amigo, orientador, deixa conosco muitos ensinamentos e lições de vida. Mas, sobretudo eterna saudade. Sempre será lembrado com carinho, respeito e admiração.”*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Pelo apoio na concessão de bolsa de Doutorado para realização desse trabalho.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG em Maria da Fé, pela parceria e disponibilização da área de estudo.

Ao Professor, orientador e amigo Dr. Stephan Malfitano Carvalho pelo apoio nos momentos difíceis, orientação nesse trabalho e acima de tudo pela amizade que construímos ao longo dos anos de trabalho que veio acompanhando.

Ao Professor Dr. Luís Cláudio Paterno Silveira pela orientação e compartilhamento seus conhecimento de uma forma prazerosa de aprendizado.

Ao Dr. José Eustáquio dos Santos Júnior do Laboratório de Sistemática de Insetos - LSI (Departamento de Zoologia) e Laboratório de Biodiversidade e Evolução Molecular - LBEM (Departamento de Genética, Ecologia e Evolução) - ICB – UFMG pelo auxílio na identificação dos espécimes.

Ao Professor Dr. Lucas Del Bianco Faria do Departamento de Biologia da UFLA, pelo auxílio nas análises de alguns dados.

A Professora Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho do Departamento Ciência dos Alimentos – UFLA pela disponibilidade em auxiliar nas análises químicas desse trabalho.

Ao Professor Dr. Renato Mendes Guimarães e a Professora Dra. Heloisa Oliveira dos Santos do Departamento de Agricultura – UFLA, pela disponibilidade em auxiliar nas análises das sementes.

[...] A todos os funcionários do DEN/UFLA.

A todos os colegas do Laboratório de Estudo em Abelhas, pois muitos se tornaram amigos.

Aos meus pais, Edmar Cândido dos Santos e Maria da Conceição Santos, pelo amor, carinho e pelas lições de vida aprendidas no decorrer dos anos.

**MUITO OBRIGADO!**

*“Se as abelhas desaparecerem da face da terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem floração não há animais, sem animais não haverá raça humana.” (Albert Einstein)*

## RESUMO GERAL

As abelhas são insetos essenciais na polinização em ambientes naturais e agroecossistemas, contribuindo indispensavelmente com a produção de alimentos. Nos últimos anos o agronegócio brasileiro vem se destacando na produção de frutos, elevando o país ao terceiro maior produtor mundial. O serviço de polinização prestado por esses insetos colaboram para essa posição de destaque. Apesar dessa posição relevante, o setor produtivo ainda enfrenta vários desafios edafoclimáticos, fitossanitários e principalmente na carência de polinizadores. Assim, conhecer a diversidade das abelhas corrobora para a adoção de medidas eficientes de manejo e conservação. Objetivou-se com esse trabalho, primeiramente, conhecer a abundância e a riqueza da apifauna em cultivos de macieira e pessegueiro, e posteriormente avaliar as características físico-químicas da maçã cv. Eva, pêssego cv. Eldorado e ameixa cv. Reubennel produzidas em plantas com flores abertas e/ou protegidas a visitação de abelhas na Estação Experimental da EPAMIG, no município de Maria da Fé, Minas Gerais. Para conhecer a abundância e a riqueza de abelhas presente na área, foram utilizados dois métodos de coleta. O primeiro utilizando armadilhas do tipo *Pantrap* (na cor amarela) abastecidas com solução salina (NaCl 10%) e detergente neutro; o segundo armadilhas Pet com solução de proteína hidrolisada Bio Anastrepha®, diluída em água (5% v/v). Para realizar a avaliação das características físico-químicas dos frutos, foram mesurados os seguintes parâmetros: massa, diâmetros dos frutos, teores de acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e a relação dos sólidos solúveis com a acidez titulável (SS/AT). No primeiro experimento, foram coletados na macieira e no pessegueiro com uso da armadilha *Pantrap* 6.524 e 3.676 indivíduos, respectivamente e com a armadilha Pet 9.696 e 10.038 indivíduos, respectivamente, distribuídos em quatro famílias (Andrenidae, Apidae, Halictidae e Megachilidae) e 11 tribos. A abelha *Apis mellifera* foi o principal inseto visitante na macieira, seguido da abelha nativa *Trigona spinipes*. No pessegueiro os visitantes florais mais expressivos foram *T. spinipes*, seguidos de *A. mellifera*, sendo essas duas espécies de abelhas dominantes nessas culturas e influenciam de forma positiva na polinização. Neste trabalho pode-se observar que *T. spinipes* é considerada como um importante agente na polinização da macieira e pessegueiro, formando populações abundantes e ativa, coletando em sua maioria pólen como recurso alimentar, permanecendo mais tempo em cada flor e não afetando (provocando injúrias) as flores de macieira e pessegueiro. O segundo experimento mostra diferença significativa nas características físico-químicas entre os frutos oriundas de flores polinizadas para aqueles frutos oriundos de flores protegidas/privadas da visitação. De forma geral, observou-se um aumento na sua massa, diâmetro, teor de SS e na relação SS/AT, proporcionando melhorias em suas características sensoriais, acidez, sabor e a doçura desses frutos nas três culturas. A polinização realizada pelas abelhas nas frutíferas climatéricas macieira, pessegueiro e ameixeira melhoram a sua produtividade e a qualidade dos frutos desenvolvidas satisfazendo exigências do consumidor.

**Palavras-chave:** Abelhas. Diversidade. Armadilhas. Polinização. Qualidade. Frutos.

## GENERAL ABSTRACT

The bees are essential insects in pollination in natural environments and agroecosystems, contributing indispensably to food production. In recent years, Brazilian agribusiness has been standing out in fruit production, elevating the country to the third largest world producer. The pollination service provided by these insects contributes to this prominent position. Despite this relevant position, the productive sector still faces several edaphoclimatic, phytosanitary challenges and mainly in need of pollinators. Thus, knowing the diversity of bees supports the adoption of efficient management and conservation measures. The objective of this work was, first, to know the abundance and richness of the apifauna in apple and peach cultivations, and later to evaluate the physical-chemical characteristics of the apple cv. Eva, peach cv. Eldorado and plum cv. Reubennel produced in plants with open flowers and / or protected the visitation of bees at EPAMIG Experimental Station, in the municipality of Maria da Fé, Minas. In order to know the abundance and richness of bees present in the area, two collection methods were used. The first using Pantrap traps (yellow in color) supplied with saline solution (10% NaCl) and neutral detergent; the second Pet traps with Bio Anastrepha® hydrolyzed protein solution, diluted in water (5% v/v). In order to evaluate the physicochemical characteristics of the fruits, the following parameters were measured: mass, fruit diameters, levels of titratable acidity (AT), soluble solids (SS) and the ratio of soluble solids to titratable acidity (SS / AT). In the first experiment, 6,224 and 3,676 individuals were collected from the apple and peach trees using the Pantrap trap and 6,676 individuals, respectively, and the Pet trap 9,696 and 10,038 individuals, respectively, distributed in four families (Andrenidae, Apidae, Halictidae and Megachilidae) and 11 tribes. The bee *Apis mellifera* was the main visiting insect on the apple tree, followed by the native bee *Trigona spinipes*. In the peach tree the most expressive floral visitors were *T. spinipes*, followed by *A. mellifera*, these two species of bees dominant in these cultures and positively influence pollination. In this work it can be seen that *T. spinipes* is considered an important agent in the pollination of apple and peach trees, forming abundant and active populations, collecting mostly pollen as a food resource, staying longer in each flower and not affecting (causing injuries) apple and peach blossoms. The second experiment shows a significant difference in the physical and chemical characteristics between the fruits from pollinated flowers for those from protected / deprived flowers. In general, there was an increase in its mass, diameter, SS content and in the SS / AT ratio, providing improvements in its sensory characteristics, acidity, flavor and the sweetness of these fruits in the three cultures. Pollination carried out by bees on apple, peach and plum climatic fruits improve their productivity and the quality of the fruits developed, satisfying consumer demands.

**Keywords:** Bees. Diversity. Pantraps. Pollination. Quality. Fruits.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1 Diversidade de abelhas e seu potencial como polinizadoras em culturas.....	14
2.2 Polinização realizada por abelhas em frutíferas .....	16
2.3 A cultura da maçã no Brasil .....	19
2.4 Biologia reprodutiva da macieira .....	22
2.5 A cultura do pêsego no Brasil.....	25
2.6 Biologia reprodutiva do pessegueiro .....	26
2.7 A cultura da ameixa no Brasil .....	28
2.8 Biologia reprodutiva da ameixa.....	28
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO 2 IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) NA POLINIZAÇÃO DE MACIEIRA E PESSEGUEIRO</b> .....	<b>37</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>40</b>
2.1 Descrição da área .....	40
2.2 Coleta dos insetos .....	41
2.2.2 Biologia da polinização .....	42
2.2.3 Amostragem e identificação .....	42
2.2.4 Análise dos dados .....	42
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
3.1 Abundância, Riqueza e Diversidade de (Hymenoptera: APOIDEA) em macieira e pessegueiro.....	43
3.2 Análises da apifauna .....	49
3.2.1 Análises de Cluster e Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS)....	54
3.2.2 Análise de dissimilaridade (SIMPER) para abelhas coletados em Pantrap e Pet em pomares de maçã e pêsego .....	58
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	<b>59</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>64</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>67</b>

<b>CAPÍTULO 3 POLINIZAÇÃO POR ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM ATRIBUTOS QUALITATIVOS DE MAÇÃ PÊSSEGO E AMEIXA.....</b>	<b>73</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>74</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>77</b>
<b>2.1 Localização do experimento.....</b>	<b>77</b>
<b>2.2 Proteção dos ramos .....</b>	<b>77</b>
<b>2.3 Parâmetros físico-químicos avaliados dos frutos coletados em ramos abertos e protegidos .....</b>	<b>79</b>
<b>2.4 Análises dos dados .....</b>	<b>79</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>80</b>
<b>3.1 Caracterização físico-química da maçã .....</b>	<b>80</b>
<b>3.2 Caracterização físico-química do pêsego .....</b>	<b>85</b>
<b>3.5 Caracterização físico-química da ameixa .....</b>	<b>89</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>94</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>98</b>

## CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma atividade agrícola de grande importância econômica e o Brasil se destaca como o terceiro maior produtor mundial, atrás da China e da Índia (TREVISAN et al., 2004). Uma das frutas climatéricas mais comercializadas e consumidas de forma “in natura” pelo mundo é a maçã (MELLO, 2006). Considerada um importante suplemento alimentar na dieta humana, fonte de monossacarídeos, minerais, fibras, vitamina C e compostos fenólicos que agem como antioxidantes naturais, podendo ser consumida tanto de forma “in natura” como por alimento processado e/ou suco (WU et al., 2007).

Em nosso país, a pomicultura gera emprego e renda em toda a cadeia produtiva, trazendo saldo positivo à balança comercial e melhoria na qualidade nutricional na alimentação humana do Brasil (KIST, 2016). A maior produção se concentra na região sul, onde são cultivadas principalmente as cultivares Gala e Fuji, representando 90% da produção. Além de suas variações clonais todas advindas de plantações presentes nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, devido principalmente as suas condições edafoclimáticas favoráveis (HOFFMANN; BERNARDI, 2004; KIST, 2015, 2019; MELLO, 2006), pois essas frutíferas exigem maiores horas em frio para sair da dormência e entrar em antese (PETRI; LEITE, 2008).

No Estado de Minas Gerais, a macieira IAPAR 75 Eva, derivada do cruzamento entre as cultivares Anna e Gala, tem sido cultivada por se adaptar bem as condições climáticas da região. Essa é uma cultivar menos exigente em frio, precoce, com alta produtividade e produz frutos de boa qualidade (IAPAR, 2019). Essa macieira tornou-se a principal espécie cultivada por demandar 350 horas abaixo de 7,2 graus, bem abaixo das necessidades de invernos hibernais das cultivares da região sul do país, e manifestando-se como uma cultivar propícia ao plantio por apresentar características adaptadas ao microclima típico da região (OLIVEIRA 2011, 2014; IAPAR, 2019).

Além da macieira, outras culturas se encontram em expansão no Estado, o pessegueiro (SILVA et al., 2013) e a ameixeira, plantas de clima temperado que tem sido adaptadas a região (CASTRO; NAKASU; PEREIRA, 2008). Essas plantas são cultivadas nos estados de Santa Catarina, Rio grande do Sul, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Bahia, são pouco exigentes em frio, favorecendo as suas adaptações às condições de clima subtropical e tropical

presente no sudeste (SEGANTINI et al., 2012). Os frutos produzidos em Minas Gerais são apreciados pelo consumidor para consumo in natura, sendo que o estado possui grande potencial de crescimento tendo em vista as condições climáticas favoráveis e o desenvolvimento de novas tecnologias que aprimoram o seu cultivo (KIST, 2018).

As Rosaceae de “caroço”, pêssego e ameixa, também apresentam importância econômica para o país. Em 2017 o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), registrou uma produção de 248,5 mil toneladas em 17,1 mil hectares plantados de pêssegos, já as ameixas não há dados oficiais de sua produção e plantio, apenas estimativas em torno de 3,5 mil hectares dessa árvore frutífera plantada (MAYER; FRANZON; RASEIRA, 2019).

São plantas possuidoras de diferentes graus de dependência no serviço ecossistêmico prestado pelos polinizadores, para que possam desenvolver os seus frutos e sementes (GIANNINI et al., 2015; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2002; RICKETTS et al., 2008), além de contribuírem para uma dieta mais benéfica por serem ricas em antioxidantes, fibras e nutrientes (EILERS et al., 2011; SEERAM, 2008).

Entre os prestadores de serviços de polinização, os mais eficientes na alogamia são as abelhas, devido aos seus atributos morfológicos e também pela interação mutualista entre inseto-planta com dependência recíproca mantida entre as plantas com flores e esse inseto com benefício mútuo (COUTO; COUTO, 2002; KEVAN; BAKER, 1983; SOUSA et al., 2015; TAURA; LAROCA, 2014). Esses insetos são imprescindíveis na polinização das angiospermas (IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012; KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2013), contribuindo de forma expressiva para a restauração de ambientes naturais.

Além disso, a polinização realizada por esses insetos contribuem para a formação de frutos de melhor qualidade a ser ofertado à população, favorecendo de forma indireta os produtores com ganhos mais expressivos, além de garantirem a segurança alimentar por meio de sustento na produção de alimentos e aumentarem a variabilidade genética entre os vegetais (DEC; DA SILVA MOUGA, 2017; GIANNINI et al., 2014; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

O serviço prestado por esse polinizador nas flores das frutíferas mostra nítida melhora na qualidade dos frutos, em seu sabor e no período de validade, elevando o seu valor de mercado (KLATT et al., 2014). A maioria das frutíferas possui algum grau de dependência desse polinizador para que possam desenvolver os seus frutos (D’AVILA, M.; MARCHINI, 2005), portanto, atualmente há uma grande preocupação com a carência de abelhas no serviço

de polinização, já que podem impactar de certa forma a própria sobrevivência humana (BALVANERA, 2001; DAILY, 1997).

Deste modo, estudos sobre a diversidade de abelhas (Hymenoptera: Abelhas) em agroecossistemas pode corroborar na identificação de quais táxons contribuem para o efetivo serviço de polinização, suplementando e reduzindo o impacto causado pela baixa população de alguma espécie desse inseto que era geralmente abundante na área de cultivo na visitação das flores, buscando recursos alimentares e promovendo o serviço de polinização (KREMEN et al., 2004; RADER et al., 2016; RICKETTS, 2004).

Além de contribuir para estudos qualitativos sobre os efeitos desses polinizadores na qualidade físico-química dos frutos desenvolvidos em plantas que foram polinizadas.

Assim os objetivos desse trabalho foram identificar a diversidade de abelhas visitantes das flores nas culturas da macieira e pessegueiro, avaliar as características físico-químicas de frutos de maçãs Eva, pêsego Eldorado e ameixa Rubennel no município de Maria da Fé, Minas Gerais, a fim de estabelecer sua qualidade em função do serviço de polinização realizado pelas abelhas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Diversidade de abelhas e seu potencial como polinizadoras em culturas**

As abelhas (Hymenoptera: Apoidea) formam um grupo com elevada diversidade, constituindo sete famílias reconhecidas (MELO; GONÇALVES, 2005), com aproximadamente 700 gêneros e mais 20.000 espécies descritas no mundo (MICHENER, 2007). No Brasil há uma grande diversidade de abelhas (IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010) que são representadas por cinco famílias: Andrenidae, Apidae, Colletidae, Halictidae e Megachilidae, estimadas em mais de 3.000 espécies, onde aproximadamente 300 são comumente chamadas de abelhas sem ferrão (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002).

Esses insetos têm sido considerados essenciais para manutenção dos ecossistemas naturais, contribuindo de forma significativa para a sua restauração, beneficiando a diversidade da flora e da fauna (COSTANZA et al., 1997; DEC; DA SILVA MOUGA, 2017; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004). Estudos corroboram que 90% das plantas com flores carecem desses polinizadores para efetivar a sua reprodução (BAWA, 1990; KERR et al., 2011), apesar de muitas dessas plantas serem polinizadas por diferentes animais como mamíferos, aves e outros insetos (BAWA, 1990; GRESSLER; PIZO; MORELLATO, 2007). Entretanto, segundo McGregor (1976), mesmo com a diversidade de polinizadores, 80% das visitas que ocorrem nas flores são realizadas por abelhas.

O valor mundial de seu serviço ecossistêmico foi estimado para 2005 em 200 bilhões de dólares, representando em torno de 9,5% do valor da produção agrícola mundial (GALLAI et al., 2009; HOLZSCHUH; DUDENHÖFFER; TSCHARNTKE, 2012) enquanto que na América do Sul esse valor gira em torno de R\$ 43 bilhões (BPBES/REBIPP, 2019; WOLOWSKI et al., 2018). A contribuição das abelhas é fundamental para a manutenção e para o aumento da produção nos sistemas agrícolas (BAWA, 1990; IMPERATRIZ-FONSECA, VL; CANHOS, D; ALVES, DA;SARAIVA, 2012; MCGREGOR, 1976; POTTS et al., 2010), uma vez que esses insetos prestam um importante serviço ambiental (GALLAI et al., 2009) na produção de alimentos (BAWA, 1990; COSTANZA et al., 1997; FREE, 1993; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010; KERR, W. E., CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, 1996).

A maioria das plantas que são cultivadas possuem graus variados de dependência de polinizadores para efetivar a sua fertilização, desde pequena, grande ou essencial (GIANNINI

et al., 2015). Desta forma, as abelhas colaboram na polinização cruzada, proporcionando a variabilidade genética, o desenvolvimento dos frutos e sementes (JOSHI et al., 2015). Essa eficácia como agentes polinizadores se deve à importante interação mutualística entre inseto-planta trazendo benefícios a ambos (COUTO; COUTO, 2002). As abelhas são muito eficazes e morfológicamente adaptadas à coleta de pólen e néctar, recursos alimentares imprescindíveis para proverem a colônia social, ou abastecer os ninhos das proles solitárias que necessitam desses recursos para que possam emergir e até mesmo utilizar resinas para a produção de própolis (KLEIN et al., 2007; SLAA et al., 2006).

As abelhas quando estão visitando flores, podem promover a polinização cruzada. Assim, a planta em que suas flores são fertilizadas nesse processo desenvolve frutos de melhor qualidade, peso e quantidade de sementes (BRITAIN et al., 2013; RICKETTS et al., 2008). Assim, o serviço prestado por esse inseto, trás vantagens economicas aos produtores com maior valor economico agragado, tendo em vista, a qualidade dos frutos produzidos (KLATT et al., 2014), mais doces, saborosos, rico em vitaminas e minerais, beneficiando os consumidores (KEVAN; BAKER, 1983; KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2013). Além disso, as abelhas de forma indireta, auxiliam na produção de alimentos (DEC; DA SILVA MOUGA, 2017; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004), garantindo o provimento, segurança alimentar e a própria sobrevivência humana (BALVANERA, 2001; DAILY, 1997; GIANNINI et al., 2015).

Apesar de ter seus atributos reconhecidos para o serviço de polinização, a abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) nem sempre é considerada como a melhor polinizadora em todas as culturas (CRUZ; CAMPOS, 2009). É uma espécie exótica que vem sofrendo declínio na sua população, devido ao envenenamento por práticas agrícolas que utilizam produtos fitossanitários no controle de insetos-praga ou por ataque de ectoparasitas, como o ácaro Varroa, entre outras doenças, da mesma forma que as abelhas nativas (IMPERATRIZ-FONSECA; SEGUI; FRANCOY, 2012; KREMEN; WILLIAMS; THORP, 2002).

Somado a esses problemas, há recentemente evidências de que a *A. mellifera* e também as abelhas nativas encontram-se em forte estado de declínio populacional pelo mundo (POTTS et al., 2010; SÁNCHEZ-BAYO; WYCKHUYS, 2019; SANTOS, 2010), causando impactos ecológicos, pela falta de manutenção da diversidade de plantas com flores e econômicos na produção de alimentos que desses polinizadores dependem, colocando em alerta a própria segurança alimentar (GALLAI et al., 2009; GIANNINI et al., 2014, 2015; POTTS et al., 2010).

Apesar das espécies de abelhas nativas encontrarem-se em grande estado de declínio, estudos têm apontado que elas podem ser boas candidatas na polinização de culturas comerciais. Possuem espécies generalistas e adaptadas aos ambientes tropicais e subtropicais (SLAA et al., 2006). Elas são muito habilidosas e eficientes na prestação desse serviço (KREMEN et al., 2004; KREMEN; MILES, 2012; SARDIÑAS; KREMEN, 2015).

E de forma simples, podem ser manejadas para o cultivo de frutíferas no campo ou em cultivos protegidos, devido aos seus atributos comportamentais e biológicos, possuindo colônias perenes, menor amplitude do voo quando buscam por recursos, sem ferrão, baixa defensibilidade, de fácil manejo e criação (CRUZ; CAMPOS, 2009; D'AVILA, M.; MARCHINI, 2005). As abelhas nativas e solitárias desempenham um importante papel ecológico como polinizadores de muitas espécies de plantas dos ecossistemas e devem contribuir para o serviço de polinização nas culturas comerciais (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; SANTOS, 2010; SLAA et al., 2006).

A espécie *Megachile rotundata* (Fabricius, 1787) é eficiente polinizadora da alfafa, podendo ser estudada para sua utilização em outras culturas, o mesmo também é observado com as do gênero *Osmia*. Estudos realizados no Brasil já confirmaram que os gêneros *Xylocopa* e *Centris* são essenciais na polinização do maracujá e caju, respectivamente, mas podem também colaborar com o serviço de polinização em outras culturas. As famílias de abelhas presentes no Brasil, como a Megachilidae e Halictidae, possuem potencial para serem utilizadas como polinizadores (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

Desta forma, quanto maior for a diversidade de abelhas presentes em uma área, maiores serão as interações entre inseto-planta e a garantia de sucesso na prestação de serviços de polinização. Esses insetos formam táxons geralmente abundantes, favorecendo a polinização nas diversas culturas. Mas, caso haja o declínio de uma espécie e numa determinada cultura ou mata nativa, essa pode ser suplementada em decorrência das demais espécies desses visitantes florais, reduzindo o impacto causado pela ausência do polinizador que não se encontra mais nesses habitats (IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2013; KREMEN et al., 2004; RICKETTS, 2004; RADER et al., 2016; SLAA et al., 2006).

## **2.2 Polinização realizada por abelhas em frutíferas**

A polinização é essencial e uma condição necessária para que ocorra a fertilização das plantas com flores, e conseqüentemente poderem desenvolver seus frutos e sementes e todo esse processo consiste na transferência do grão de pólen presente nas anteras (órgão

masculino) de uma flor para o estigma (órgão feminino) da mesma flor ou de outra flor da mesma espécie (FREE, 1993; KEVAN; BAKER, 1983; SOUSA et al., 2015). Neste processo, as abelhas ao coletarem os grãos de pólen para prover a colmeia, muitos deles ficam aderidos ao seu corpo, quando estão visitando outra flor, esse pólen pode se desprender de seu corpo e acaba sendo depositado em flores com estigmas receptivos (SILVA; VIANA; PIGOZZO, 2007).

A maioria das frutíferas cultivadas possui determinada dependência da polinização, que vai de baixa a essencial (GIANNINI et al., 2015). As abelhas são as principais contribuintes nesse serviço ecossistêmico (SLAA et al., 2006), as mais efetivas e responsáveis por 80% do sucesso reprodutivo das culturas (BAWA, 1990; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; KEVAN; IMPERATRIZ-FONSECA, 2013; MCGREGOR, 1976; POTTS et al., 2010).

A abelha *A. mellifera* é uma espécie exótica no Brasil, criada racionalmente em caixas de madeira para a extração e utilização de seus produtos como mel, própolis, geleia real, cera e apitoxina, mas também tem sido utilizada em território nacional e mundialmente no serviço de polinização em diversas culturas (EPAGRI, 2006; FREE, 1993; GARRATT et al., 2014; MCGREGOR, 1976; RICKETTS et al., 2008). Essa abelha tem sido considerada eficiente polinizadora na região neotropical em diversas culturas, por formarem colônias com expressivos números de indivíduos, hábito generalista, baixa especificidade em suas visitas as inflorescências e comportamento de movimentar-se rapidamente durante seus voos, realizando visitas em zigue-zague nas flores quando estão em busca de recursos néctar e pólen para proverem a colônia (D'AVILA, M.; MARCHINI, 2005; FREE, 1993; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012).

Entre as culturas que essa espécie vem sendo utilizada para o serviço de polinização, destaca-se a macieira (SANTOS; HENTGES SEBEN; WOLFF, 2013), uma planta que possui uma dependência essencial de polinizador para a sua produção de frutos (GIANNINI et al., 2015), devido ao seu problema de auto-incompatibilidade, pois, o grão de pólen presentes nas anteras de uma flor é incompatível com o estigma dessa mesma flor.

Esse tipo de incompatibilidade entre seus órgãos reprodutores, presentes na mesma flor é uma forma natural que a planta desenvolveu para aumentar a variabilidade genética, uma vez que ocorre a inibição do crescimento do tubo polínico no estilete dessa mesma flor, impedindo que ocorra a autofecundação (KVITSCHAL et al., 2013; RAMOS, 2016) e as abelhas ao visitarem as flores, para coletar pólen ou néctar realizam a alogamia, promovendo melhora no fluxo gênico, auxiliando na produtividade e na qualidade dos frutos produzidos

por essa planta (DELAPLANE; MAYER, 2000; GARRATT et al., 2014; GIANNINI et al., 2015; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; KREMEN et al., 2004; RICKETTS, 2004).

Devido a sua importante posição no serviço de polinização na cultura da macieira, mais de 50 mil colmeias de *A. mellifera* tem sido manejadas para essa ocupação, gerando uma contribuição de mais de US\$ 70 milhões anuais na produção. Em Santa Catarina exclusivamente esses insetos colaboram com mais de US\$ 100 milhões na produção agrícola total, mostrando a relevância que esse animal possui para a agricultura (BRASIL, 2009).

Porém, pesquisas realizadas na região de Vacaria no Rio grande do Sul têm mostrado limitações da *A. mellifera* nas visitas às flores de diferentes clones de macieira, devido a influência exercida pelas variáveis temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar, demonstrando que em condições climáticas adversas, essa espécie somente vai a campo realizar coleta de recursos no período da tarde, diminuindo consideravelmente a função de polinização (SANTOS; HENTGES SEBEN; WOLFF, 2013). Outro problema constatado com a *A. mellifera*, utilizada na polinização em cultivos de macieira nessa mesma região, são os ataques de parasitos por *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidea) (ANDERSON; TRUEMAN, 2000) e infecção de *Nosema* sp. (Microsporidia: Nosematidae), causando queda na eficiência do serviço de polinização (BIZOTTO; SANTOS; BOFF, 2018).

Nas culturas do pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) e da ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.), há uma dependência grande no que tange o serviço de polinização (GIANNINI et al., 2015). Quando a polinização não ocorre, a fruta sofre abscisão, uma vez que ela necessita de um estímulo hormonal proveniente do pólen, ou das sementes para o seu desenvolvimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Mas havendo a visitação de abelhas, a polinização ocorre de forma efetiva, produzindo quantidades maiores de frutos e de melhor qualidade (DELAPLANE; MAYER, 2000; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

Mota e Nogueira-Couto (2002) realizaram um trabalho na região de Jaboticabal (SP) sobre polinização entomófila em pessegueiro e constataram que as abelhas que estavam visitando as flores de pêsego com maior frequência foram a *A. mellifera* com 73% do total de visitas, seguida pelas abelhas nativas *T. spinipes* 17% e *Xylocopa* sp. 4% demonstrando que as abelhas nativas possuem um papel relevante nesse serviço ecossistêmico. Em outras frutíferas como na laranja (MALERBO-SOUZA; NOGUEIRA-COUTO; COUTO, 2005), morango (KLATT et al., 2014), maracujá-amarelo (SIQUEIRA et al., 2009), goiaba (GUIMARÃES; PÉREZ-MALUF; CASTELLANI, 2009) demonstram que a polinização realizada pelas abelhas melhora a qualidade da produção, seu prazo de validade e principalmente o valor comercial de seus frutos.

Minas Gerais é o quinto maior produtor de frutíferas climatéricas (IBGE, 2019), e as suas plantações estão instaladas nas regiões Sul, Sudoeste, Zona da Mata e Campo das Vertentes, onde há condições edafoclimáticas propícias ao seu desenvolvimento (SILVA et al., 2014). Pesquisas realizadas com frutíferas climatéricas nessa região buscam analisar os atributos físico-químicos dos frutos produzidos, relacionando a sua qualidade com as variações das condições climáticas da região (CREMASCO et al., 2016; MATIAS et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015a; VILVERT; FREITAS; LOPES, 2018).

De maneira geral, as pesquisas atribuem a melhoria da qualidade dos frutos, por meio de ensacamento (SILVA et al., 2014), adubação adotada (MIRANDA et al., 2015), ou por sistema de armazenagem sob refrigeração (KLUGE et al., 1995; MALGARIM et al., 2005b, 2007; STEFFENS et al., 2018). Contudo, não são abordando os aspectos relevantes que levam a essa melhora na qualidade dos frutos no valioso serviço ecossistêmico promovido pelos polinizadores, negligenciando dessa forma o papel desempenhado pelas abelhas como polinizadoras na produção e na qualidade físico-química dos frutos produzidos (DAILY, 1997; DELAPLANE; MAYER, 2000; GARIBALDI et al., 2013; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012; POTTS et al., 2010; VIANA et al., 2019).

### **2.3 A cultura da maçã no Brasil**

No ano de 1913, segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, 2006), o Serviço de Inspeção e Defesa Agrícola do Ministério da Agricultura realizou em vários municípios do Estado de Santa Catarina um estudo sobre o zoneamento agrícola da região, destacando a cidade de São Joaquim como ideal para a produção de frutíferas (pessegueiros, macieiras, ameixeiras, marmeleiros e figueiras). Além desse município, citaram também, as regiões de Lajes, Curitibanos, São Bento, Campos Novos e Canoinhas como promissoras na produção de frutos de clima temperado. No ano de 1940, foi implantado no município de Bom Jardim da Serra/SC um dos primeiros pomares de maçã utilizando a cv. Reinette originária do Canadá.

Em 1958, foi instalada a primeira coleção de macieiras na Estação Experimental de Videira no estado de Santa Catarina, com as cultivares Rainha Catarina, Ohio Beauty, Rome Beauty, Wealthy, Red Delicious (EPAGRI, 2006). No Estado de São Paulo, o cultivo de maçã teve seu início no ano de 1926, no município de Valinhos/SP, produzindo a cv. Ohio Beauty.

No ano de 1928, o Instituto Agrônomo de Campinas criou a Estação Experimental de São Roque contratando o pomólogo João Hermann para trabalhar na produção.

Inicialmente fora instalada uma coleção de 72 cultivares nesta estação, expandindo posteriormente no Vale de Parapanema em São Paulo (EPAGRI, 2006; PETRI et al., 2011). Entre os anos de 1940 e 1960, a região de Valinhos em São Paulo, já tinha em torno de 1 milhão de plantas de macieira, sobretudo da cultivar Ohio Beauty (EPAGRI, 2006; PETRI et al., 2011). Mas essa região perdeu sua importância na produção de maçã, em decorrência da vulnerabilidade que a cultivar teve ao ataque do pulgão-lanífero-das-macieiras *Eriosoma lanigerum* (Hausmann, 1802) (Hemiptera: Aphididae) levando os produtores a destruírem seus pomares (EPAGRI, 2006).

Os registros apontaram que o cultivo comercial expressivo de maçã se destacou a partir de 1960 na cidade de Fraiburgo/SC quando as famílias Evrard e Mahler, fruticultores franceses oriundos da Argélia, se instalaram na região. Em 1962, foi fundada a Sociedade Agrícola Fraiburgo Ltda. (Safrá), por Gabriel Evrard, seu filho Henri Evrard e a família Frey. Nessa ocasião, vários desafios foram encontrados na fruticultura de clima temperado por esses precursores no plantio de maçã catarinenses, dos quais se destacam: a falta de mão-de-obra qualificada, condições edafoclimáticas e meios de comunicação precários (PETRI et al., 2011).

Diante desse entraves na produção, no ano de 1965 a Sociedade Agrícola Fraiburgo contratou um especialista em frutíferas de clima temperado, o George Delbard, que passou a importar grandes variedades de espécies de frutíferas de clima temperado como pereiras, pessegueiros, nectarineiras, ameixeiras, amendoeiras, cerejeiras, avelaneiras e a macieira. Destas, 165 cultivares introduzidas foram selecionadas entre as melhores que existiam no Brasil (EPAGRI, 2006; KIST, 2015; PETRI et al., 2011).

Em 1970, o Brasil era um grande importador de maçã chegando a ocupar o primeiro lugar entre os países da América do Sul e o quinto em escala mundial. Após conhecer o plantio de maçã indicado por George Delbard em Santa Catarina, o governo brasileiro cria políticas de incentivos fiscais ao programa de maçã, estimulando os produtores dessas frutas a aumentarem a produção brasileira, pois era o segundo maior produto de gênero alimentício importado na época e bem oneroso para o governo (KIST, 2015; MELLO, 2006; NACHTIGALL, 2004). Após esses incentivos, houve investimentos em pesquisas e novas variedades foram desenvolvidas para as condições climáticas da região e, no ano de 1974, Fraiburgo passou a colher 1.528 toneladas de maçã (KIST, 2015, 2016).

Em 1975, as cultivares Gala, Belgolden e Fuji foram escolhidas por serem cultivares produtivas. No ano de 1976, grandes áreas de plantio foram implantadas pela Sociedade Agrícola de Fraiburgo. Com o passar dos anos e novas pesquisas, o País já produzia 351 mil t

por volta de 1990. O crescimento ascendente de sua produção, a região Sul se destacava no cultivo de maçã, devido às condições edafoclimáticas propícias ao cultivo dessas frutíferas. No ano de 2005 essa região produziu 843.919 toneladas de maçã, desse montante 504.994 toneladas foram oriundas do Estado de Santa Catarina, 296.775 toneladas do Rio Grande do Sul, 40.275 toneladas do Paraná e 1.875 toneladas do Estado de São Paulo (MELLO, 2006).

Conforme dados da Associação Brasileira de Produtores de Maçã (ABPM), a safra de maçã 2019 sofreu uma redução, produzindo pouco mais de um milhão de toneladas, redução de 10% comparada com o ano anterior, sendo atribuído as condições climáticas a causa dessa queda (KIST, 2019).

A produção de maçã na região Sul, deriva de duas cultivares principais, a Gala e a Fuji, além de suas mutações clonais (MELLO, 2006). As cultivares Gala, Fuji e Golden Delicious, pelas suas exigências em frio, estão localizadas em regiões com altitudes de mil metros e escolhidas para serem as principais cultivares, devido a sua produtividade. Mas, outras cultivares menos exigentes em frio foram desenvolvidas possibilitando o cultivo em outras regiões do Brasil (NACHTIGALL, 2004). O Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2019) selecionou uma macieira 'IAPAR 75 - EVA' para regiões de pouco frio hibernal, se adaptando bem no estado de Minas Gerais. Essa cultivar é adaptada para climas subtropicais, com altitude a partir de 900 metros e apresenta características adaptadas ao microclimas típicos da região, se originando do cruzamento entre as cultivares Anna e Gala. Por serem menos exigente em frio, precocidade, qualidade e boa aceitação do produto pelos consumidores, essa cultivar ganhou destaque na produção (ALVARENGA; OLIVEIRA e GONÇALVES 2013; OLIVEIRA 2011, 2014; IAPAR, 2019).

A macieira Eva cultivada em Minas Gerais antecede em até dois meses a sua época de colheita, quando comparado às safras de maçãs Gala e Fuji colhidas no Sul do País, o que possibilita um bom negócio aos produtores dos quatorze municípios mineiros que plantam essa cultivar (OLIVEIRA et al., 2011). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE (2019), Minas Gerais é o quinto maior produtor de maçã no Brasil, possuindo 144 ha de área plantada, alcançando uma produção de mais duas mil toneladas no ano de 2018. Assim, a cultura da macieira em Minas Gerais vem se destacando cada vez mais no mercado, devido aos seus atributos de qualidade e precocidade (OLIVEIRA et al., 2011).

## 2.4 Biologia reprodutiva da macieira

A macieira (*Malus domestica* Borkh) pertence a ordem Rosales, família Rosaceae e subfamília Pomoideae. É uma planta de origem Europeia e Asiática, que na sua fase reprodutiva ocorre um aumento de até 25% de suas gemas durante o período de dormência, chegando até a 150% no período de florescimento. Durante a floração o desenvolvimento de suas sépalas e pétalas é gradual, até que aconteça o aparecimento do órgão feminino, o estigma (EPAGRI, 2006). A formação das flores ocorre em duas etapas: inicialmente a planta passa por uma indução fisiológica na formação da gema, derivada de um meristema não diferenciado e que irá desenvolver as flores; após essa fase, há formação da gema (FIGURA 2) desencadeando no desenvolvimento da flor (HOFFMANN; BERNARDI, 2004).

Figura 1 – Início de formação de gemas e botões florais da macieira na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.

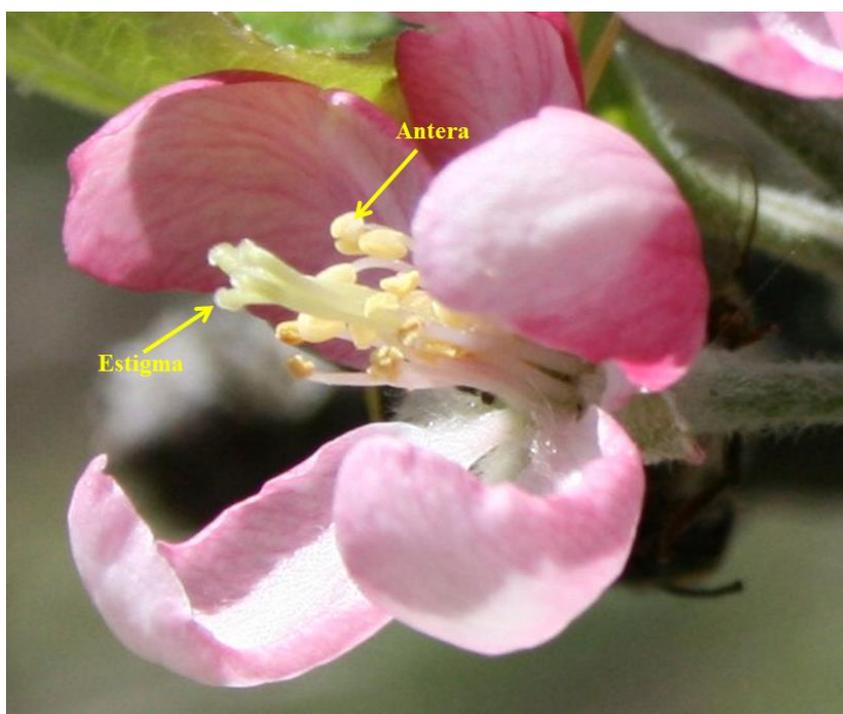


Fonte: Do autor (2018).

A flor da macieira é dioica possuindo um cálice constituído de cinco sépalas, uma corola com cinco pétalas, vinte estames e um pistilo com cinco estiletos (FIGURA 3). No ovário há cinco estigmas e cinco carpelos, cada um possui dois óvulos. Seus órgãos masculinos, os estames, são organizados em duas partes: a antera, formada por dois sacos polínicos onde estão contidos os grãos de pólen e o filamento que dá suporte a antera da flor. No feminino, ou gineceu, há o pistilo um órgão constituído de três partes: o ovário, parte

basal dilatada onde estão inseridos os óvulos que depois de fertilizados há formação das sementes, estiletes estrutura tubular mais ou menos alongada que liga o ovário ao estigma, parte superior que recebe o grão de pólen para iniciar a germinação (EPAGRI, 2006).

Figura 2 - Órgãos sexuais masculinos e femininos da flor de macieira na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2018).

A indução de flores ocorre no início do verão, estendendo-se até o início do outono em condições subtropicais, finalizando na primavera (HOFFMANN; BERNARDI, 2004; PETRI et al., 2012). No princípio do verão, um conjunto de folhas modificadas formam o cálice, na metade do verão a corola. As anteras desenvolvem-se no início do outono e o pistilo na sua metade dessa estação, no inverno a planta é induzida a terminar a dormência o que permite o aparecimento de novas brotações (PETRI; PALLADINI; POLA, 2006). Quando chega à primavera a planta já está com seus órgãos reprodutivos prontos e aptos a reprodução. Porém, todos esses eventos podem variar dependendo das condições edafoclimáticas e da fisiologia de cada cultivar (HOFFMANN; BERNARDI, 2004).

A macieira IAPAR 75 – EVA é planta com vigor moderado a baixo, seus ramos são semieretos e de crescimento compacto. A intensidade de sua dormência é baixa durante o outono/inverno. A sua brotação e o seu florescimento ocorrem após queda das folhas

(FIGURA 4), frutificando abundantemente em esporões, brindilhas e gemas laterais de ramos novos (IAPAR, 2019).

Figura 3 – Macieiras da cultivar Eva durante o inverno, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2018).

A macieira é uma planta alógama com problemas de auto-incompatibilidade entre seus órgãos reprodutores, ocorrendo a inibição do crescimento do tubo polínico no estilete da mesma flor. Essa estratégia natural aumenta a variabilidade genética, uma vez que evita a ocorrência da autofecundação, tornando o grão de pólen presente nas anteras da flor incompatível com o estigma dessa mesma flor (KVITSCHAL et al., 2013; RAMOS, 2016).

Por ser uma planta que desenvolve estruturas reprodutivas incompatíveis, essa frutífera necessita do plantio de duas ou mais cultivares denominadas polinizadoras, podendo ser utilizadas as cultivares Princesa, Carícia ou Anabela. Desta forma, a presença de abelhas para realizarem a polinização cruzada é imprescindível, aumentando o fluxo gênico após a fecundação e o subsequente desenvolvimento dos novos frutos (EPAGRI, 2006; HOFFMANN; BERNARDI, 2004; PETRI; LEITE, 2008).

A maçã é originária de um ovário ínfero, onde boa parte de sua polpa é composta de partes extracarpelares estabelecidas por parênquima. Seu crescimento tanto em diâmetro quanto em peso ocorre aumentando rapidamente na fase inicial e estabilizando e reduzindo quando se inicia a maturação da fruta. Caso a fertilização não seja bem sucedida com a formação de sementes, a planta deixa de enviar recursos nutricionais ocasionando a abscisão,

uma forma natural de aborto do fruto mal formado (EPAGRI, 2006; HOFFMANN; BERNARDI, 2004).

## 2.5 A cultura do pêssego no Brasil

O pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) é uma planta originária da China pertencente à família Rosaceae, subfamília Prunoideae, gênero *Prunus* (SCARPARE FILHO; KLUGE; TAVARES, 2003). Foi introduzida no Brasil em 1532 por Martim Afonso de Souza trazendo mudas da Ilha da Madeira e plantadas em São Vicente no Estado de São Paulo (HOFFMANN et al., 2003).

O plantio do pessegueiro veio crescendo nos últimos anos no Brasil, principalmente na região Sul do país. Dados do IBGE de 1989, mostram que o cultivo do pessegueiro já ocupava uma área de 18,870 há (BORNE, 1994). No ano de 1998 o país chegou a produzir 112 mil toneladas dessa fruta, sendo 62 mil toneladas no Estado do Rio Grande do Sul e 18 mil toneladas no Estado de São Paulo, se destacando na produção nacional, produzindo principalmente frutos propícios ao consumo *in natura* diferentemente do Rio Grande do Sul, que se destina a produzir frutos para a indústria de conservas (SATO, 2001). Com avanços em pesquisa, essa frutífera também passou a ser produzida para consumo *in natura* na Serra Gaúcha com as cultivares, Chiripá, Marli e Chimarrita (HOFFMANN; BERNARDI, 2004).

Entre os anos de 2009 e 2015 praticamente não houve mudanças expressivas na produção de pêssego em nosso país (FIGURA 5). No ano seguinte, 2016, houve redução na produção, a qual ainda é insuficiente para abastecer o mercado interno se levarmos em conta seu potencial agrícola (KIST, 2018). Em 2017 ocorreu um ligeiro crescimento chegando a 250.449 toneladas em uma área de 17.187 mil hectares. No ano seguinte (2018), novamente observou-se uma tendência de queda com produção de 219.598 toneladas numa área de 17.605 ha, apesar disso, os resultados foram positivos para o setor, que obteve um lucro de 408.507,00 mil reais, gerando um aumento de 14,4% na sua produção em comparação ao ano de 2016 (IBGE, 2019).

Por ser uma planta de clima temperado o pessegueiro é plantado em regiões mais frias, necessitando de certo número de horas de frio abaixo de 7,2°C para que ocorra sua brotação. Entretanto, novas cultivares introduzidas pelo Instituto Agronômico de Campinas, são menos exigentes em frio e se adaptam bem a regiões mais quentes (SCARPARE FILHO; KLUGE; TAVARES, 2003).

Atualmente a produção nacional de pêssegos está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor com 73% da área total brasileira e 69% da produção nacional (MAYER; FRANZON; RASEIRA, 2019), seguido de São Paulo, Santa Catarina e Paraná. O estado de Minas Gerais é o quinto maior produtor (IBGE, 2019), e as suas plantações estão instaladas nas regiões Sul, Sudoeste, Zona da Mata e Campo das Vertentes, onde há condições edafoclimáticas propícias ao seu desenvolvimento (SILVA et al., 2014).

## **2.6 Biologia reprodutiva do pessegueiro**

O pessegueiro é uma planta que apresenta a característica de ser menos exigente em frio, necessitando em torno de 650 horas para a quebra de dormência e o desenvolvimento de suas gemas florais (FIGURA 4). É vigorosa, apresenta ramificações intensas, fechando-se ao centro, apresentando a cada 25 cm de ramo, 8 a 10 pares de botões florais (FIGURA 5), ocorrendo o auge dessa floração entre a segunda e a terceira semana de agosto (PEDRO JUNIOR et al., 2007). Possui um porte arbóreo com flores perfeitas, completas, unipistiladas, com ovário súpero, unicarpelar, abrangendo dois óvulos. Seu estilete é alongado e a sua corola possui nectários nas cores amarela ou verde e assim como na maçã, há problemas de autoincompatibilidade em algumas espécies (DELAPLANE; MAYER, 2000).

A abertura de suas flores, segundo Mota e Nogueira-Couto (2002), acontece entre 8 e 16 horas e a deiscência da antera alcança a maturação e abre-se naturalmente entre as 12 e 16 horas. Nessa planta o órgão feminino obtém a estágio de maturação primeiro do que o masculino deixando a superfície do estigma receptiva antecipadamente a maturação do grão de pólen, fenômeno conhecido por dicogamia protogínica. Os seus estigmas permanecem receptivos por um período de 7 dias, dos quais 4 anteriormente a abertura da flor e 3 posterior a sua antese, permanecendo atrativas as abelhas e, após 5 a 10 dias de ocorrido a fertilização, ocorre a queda de suas pétalas. Após a polinização, a sua fertilização ocorre entre o período 24 a 48 horas, iniciando o desenvolvimento dos frutos de modo assimétrico (MOTA; NOGUEIRA-COUTO, 2002), desenvolvendo um único óvulo com os recursos do outro e gerando uma semente dura (MCGREGOR, 1976) conhecida como fruta de caroço.

O pessegueiro produz em torno de 30 a 60 kg de pêssegos por planta, dependendo do manejo realizado e das condições ambientais propícias, com a maturação de seus frutos ocorrendo por volta da terceira semana de dezembro. É possível encontrar frutos grandes, pesando em torno de 120 g cada, com forma redondo-cônica e uma sutura levemente

desenvolvida. A coloração do epicarpo é amarela, porém, quando maduro, pode apresentar uma coloração de 30% de vermelho. Seu mesocarpo é amarelo, com boa firmeza e aderência ao caroço. Necessita da realização de poda verde antes da colheita, para aumentar a entrada de luz na copa auxiliando na formação e no desenvolvimento da coloração vermelha da epiderme (HOFFMANN et al., 2003).

Figura 4 - Desenvolvimento de gemas florais em ramo do pessegueiro da cultivar Eldorado na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2018).

Figura 5 - Desenvolvimento de botões florais em ramo do pessegueiro da cultivar Eldorado na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2018).

## 2.7 A cultura da ameixa no Brasil

No Brasil, pesquisas de melhoramento genético realizadas no Instituto Agronômico de Campinas (IAC) contribuíram para o estabelecimento do cultivo de ameixeiras *Prunus salicina* Lindl no País, uma planta diploide que foi melhorada para manter genótipos de baixa exigência de frio hibernal (BYRNE; SHERMAN; BACON, 2000). O IAC desenvolveu cultivares pouco exigentes em frio (OJIMA et al., 1992), que requerem em torno de 200 a 500 horas de frio. Da mesma forma, a Embrapa Clima Temperado, em parceria com a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, tem introduzido cultivares adaptadas às regiões Sul e Sudeste do Brasil, cultivando ameixeiras diplóide ( $2n=16$ ) *Prunus salicina* Lindl, conhecida como ameixa-japonesa, originária do Extremo Oriente, e a hexaplóide *Prunus domestica* L. ( $2n=48$ ), a ameixa-européia, originária do Cáucaso, da Turquia e da Pérsia, compondo o banco ativo de Germoplasma para essa cultura (CASTRO; NAKASU; PEREIRA, 2008).

A produção de ameixa no Brasil é insuficiente para abastecer o mercado interno e ainda não existem dados oficiais sobre a área cultivada e a sua produção, apenas estimativas que giram em torno de 3,5 mil hectares de área plantada (MAYER; FRANZON; RASEIRA, 2019). Contudo, as regiões Sul e Sudeste do Brasil, com clima favorável e cultivares com potencial produção dessa frutífera, tem apresentado boas perspectivas, onde os plantios se concentram nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e nas regiões de maior altitude de Minas Gerais, porém as áreas ainda são insuficientes para a demanda (KLUGE et al., 1995; Mayer; FRANZON; RASEIRA, 2019).

No mercado externo os maiores produtores mundiais dessa fruta são a China que possui uma área de 2,0 milhões de hectares e produz 6,8 milhões de toneladas por ano, à Romênia com área de 66,7 mil hectares e uma produtividade de 434 toneladas, seguida pelos Estados Unidos com 25,5 mil hectares de área plantada e uma produção de 423 mil toneladas por ano (MAYER; FRANZON; RASEIRA, 2019).

## 2.8 Biologia reprodutiva da ameixa

A ameixa pertence à família Rosaceae, e ao mesmo gênero do pêssigo, *Prunus*. Existem várias espécies, mas as comercialmente cultivadas são a europeia *P. domestica* L., e a japonesa *P. salicina* Lindl, essas espécies estão contidas no grupo de frutíferas referidas de “frutos de caroço” (stone fruits, em inglês) sendo denominadas de frutos do tipo drupa, possuindo um epicarpo que pode ser piloso ou glabro, seu mesocarpo é carnudo e o endocarpo é lenhoso abrigando o caroço que forma apenas uma semente dicotiledônea (MAYER; FRANZON; RASEIRA, 2019).

As pétalas das flores da ameixeira possuem uma coloração branca, sendo menores que as do pessegueiro (FIGURA 6). Elas podem ocorrer de forma isolada, em pares ou em grupos de até oito flores ao longo de ramos novos, possuem cinco pétalas, formam um estilo com estigma bilobado que fica receptivo ao grão de pólen, mas se não for polinizado, ocorre à degeneração. No ovário têm a possibilidade de desenvolvimento de dois óvulos, mas apenas um chega a se desenvolver após a fertilização. Os nectários ficam na base do estilo, e a quantidade e concentração de néctar diferem consideravelmente entre as variedades, mesmo sendo atraente para as abelhas (DELAPLANE; MAYER, 2000).

O cálice está inserido abaixo do ovário e é caduco, ou seja, cai antes da flor ser fecundada. As sépalas, em número de cinco, podem ser elípticas ou ovais, mais estreitas ou mais largas, ou triangulares. As anteras, antes da deiscência das flores, apresentam variações na sua coloração podendo ser amarelada ou laranja-avermelhado, apresentam vários estames que podem desenvolver-se mais longos ou mais curtos, ou apresentar o mesmo comprimento que o estigma, dependendo da variedade da cultivar e as suas frutos podem chegar a medir de 1 a 2,5 cm de largura (MAYER; FRANZON; RASEIRA, 2019).

Figura 6 – Flor da ameixeira sendo visitada por abelha nativa *Trigona spinipes* na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2018).

## REFERÊNCIAS

- BALVANERA, P. Conserving Biodiversity and Ecosystem Services. **Science**, v. 291, n. 5511, p. 2047–2047, 16 mar. 2001.
- BAWA, K. S. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, n. 1, p. 399–422, 1 nov. 1990.
- BIZOTTO, L. D. A.; SANTOS, R. S. S. DOS; BOFF, M. I. C. PARASITISM BY VARROA AND Nosema sp. IN BEEHIVES USED FOR APPLE TREE POLLINATION. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 773–778, jul. 2018.
- BORNE, H. R. **A Cultura do Pessegueiro no Rio Grande do Sul, no Processo de Integração do MERCOSUL**. Porto Alegre: EMATER/RS, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). **Produção integrada no Brasil : agropecuária sustentável alimentos seguros** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretária de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 1008 p.
- BRITAIN, C. et al. Synergistic effects of non-Apis bees and honey bees for pollination services. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 280, n. 1754, p. 1–7, 2013.
- BYRNE, D. H.; SHERMAN, W. B.; BACON, T. A. Stone Fruit Genetic Pool and Its Exploitation for Growing under Warm Winter Conditions BT - Temperate Fruit Crops in Warm Climates. In: EREZ, A. (Ed.). **Temperate Fruit Crops in Warm Climates**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000. p. 157–230.
- BPBES/REBIPP. **Relatório temático sobre Polinização, Polinizadores e Produção de Alimentos no Brasil**. Wolowski M, Agostini K, Rech RA, Varassin IG, Maués M, Freitas L Carneiro LT, Bueno RO, Consolaro H, Carvalheiro L, Saraiva AM, Silva CI & Padgurschi MCG (Org.). 1ª edição, São Carlos, SP: Editora Cubo. 2019, 184p.
- CASTRO, L. A. S. DE; NAKASU, B. H.; PEREIRA, J. F. M. Ameixeira: Histórico e Perspectivas de Cultivo. **Embrapa Clima Temperado**, Circular Técnica 70. p. 10, out. 2008.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, maio 1997.
- COUTO, R. H. N.; COUTO, L. A. **Apicultura: manejo e produtos**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002.
- CREMASCO, J. P. G. et al. Qualidade pós-colheita de oito variedades de pêssego. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 3, p. 334–342, 2016.
- CRUZ, D. O.; CAMPOS, L. A. O. Polinização por abelhas em cultivos protegidos. **Revista brasileira de agrociencia**, v. 15, n. 1, p. 5–10, 2009.
- D'AVILA, M.; MARCHINI, L. C. Polinização realizada por abelhas em culturas de

- importância econômica no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 79–90, 2005.
- DAILY, G. C. **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997.
- DEC, E.; DA SILVA MOUGA, D. M. D. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) em área de mata atlântica em Joinville, Santa Catarina. **Acta Biológica Catarinense**, v. 1, n. 2, p. 15–27, 2017.
- DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop Pollination by Bees**. Wallingford: CABI, 2000. v. 99. 334p.
- EILERS, E. J. et al. Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply. **PLoS ONE**, v. 6, n. 6, p. e21363, 22 jun. 2011.
- EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Gráfica Editora Pallotti, 2006. 743p.
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. London: Academic Press, 1993.
- FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. IN: IMPERATRIZ-FONSECA, V.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. In: **Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Edusp, 2012. p. 103–118.
- GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810–821, 2009.
- GARIBALDI, L. A. et al. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. **Science**, v. 340, n. 6127, p. 1608–1611, 2013.
- GARRATT, M. P. D. et al. Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 184, p. 34–40, fev. 2014.
- GIANNINI, T. C. et al. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 209–223, 18 mar. 2014.
- GIANNINI, T. C. et al. The Dependence of Crops for Pollinators and the Economic Value of Pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 849–857, 1 jun. 2015.
- GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509–530, 2007.
- GUIMARÃES, R. A.; PÉREZ-MALUF, R.; CASTELLANI, M. A. Abelhas (Hymenoptera: Apidae) Visitantes das flores da goiaba em pomar comercial de salinas, MG. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 23–27, 2009.
- HOFFMANN, A. et al. 2003. **Sistema de Produção de Pêssego de Mesa na Região da Serra Gaúcha**. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessegos/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/cultivar.htm#eldorado>>. Acesso em: 29 out. 2019.
- HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Aspectos botânicos. In: \_\_\_\_\_. **Frutos do Brasil**. [s.l.] Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 17–30.

HOLZSCHUH, A.; DUDENHÖFFER, J. H.; TSCHARNTKE, T. Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. **Biological Conservation**, v. 153, p. 101–107, 2012.

IAPAR, I. A. DO P. **MACIEIRA Eva**. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/eva.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/eva.pdf)>. Acesso em: 27 set. 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados**.<<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 29 out. 2019.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**. 2004. Disponível em: <[http://files.cesaiifce.webnode.com.br/200000020-bd221be1bb/Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização.pdf](http://files.cesaiifce.webnode.com.br/200000020-bd221be1bb/Serviços%20aos%20ecossistemas,%20com%20ênfase%20nos%20polinizadores%20e%20polinização.pdf)>. Acesso em: 4 nov. 2018.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. et al. **Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotrop.**, v. 10, n. 4, p. 2–5, 2010.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; SEGUI, L.; FRANCOY, T. M. O Desaparecimento das Abelhas Melíferas ( *Apis mellifera* ) e as Perspectivas do Uso de Abelhas Não Melíferas na Polinização Resumo The Disappearance of Honey Bees ( *Apis mellifera* ) and the Perspectives of the Use of Non Honey Bees in Pollination Abstract. p. 1–14, 2012.

JOSHI, N. K. et al. Comparative Trapping Efficiency to Characterize Bee Abundance, Diversity, and Community Composition in Apple Orchards. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 108, n. 5, p. 785–799, set. 2015.

KERR, W. E., CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte– MG: Ed. Fundação Acangaú, 1996.

KERR, W. E. et al. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Mensagem Doce 80**, 2011.

KEVAN, P. G.; BAKER, H. G. Insects as Flower Visitors and Pollinators. **Annual Review of Entomology**, v. 28, n. 1, p. 407–453, 1 jan. 1983.

KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. POLLINATING BEES THE CONSERVATION LINK BETWEEN AGRICULTURE AND NATURE Proceedings. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.

KEVAN, P. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. P. P.-B. **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature** Ministry of Environment, , 2002.

KIST, B. B. ET AL. **Anuário Brasileiro da maçã**. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2015.

KIST, B. B. ET AL. Anuário brasileiro da maçã. **Editora Gazeta Santa Cruz**, p. 54, 2016.

KIST, B. B. ET AL. Anuário da Fruticultura Brasileira 2018. **Editora Gazeta Santa Cruz**, p. 88, 2018.

- KIST, B. B. ET AL. Anuário brasileiro da maçã. **Editora Gazeta Santa Cruz**, p. 56, 2019.
- KLATT, B. K. et al. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 281, n. 1775, p. 20132440, 22 jan. 2014.
- KLEIN, A.-M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303–313, 7 fev. 2007.
- KLUGE, R. A. et al. Qualidade de ameixas (*Prunus salicina*, Lindl.) “Reubennel” após armazenamento refrigerado. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 3, p. 476–481, 1995.
- KREMEN, C. et al. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. **Ecology Letters**, v. 7, n. 11, p. 1109–1119, 22 set. 2004.
- KREMEN, C.; MILES, A. **Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: Benefits, externalities, and trade-offs** *Ecology and Society*, 2012.
- KREMEN, C.; WILLIAMS, N. M.; THORP, R. W. Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 26, p. 16812–16816, 24 dez. 2002.
- KVITSCHAL, M. V. et al. Identificação de polinizadoras para a cultivar de macieira Daiane. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 9–14, 2013.
- MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Polinização em cultura de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck, var. Pera-Rio). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 4, p. 237–242, 2005.
- MALGARIM, M. B. et al. Estádios de maturação e variação da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de ameixas cv. amarelinha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 29–35, abr. 2005a.
- MALGARIM, M. B. et al. Modificação da atmosfera na qualidade pós-colheita de ameixas cv. Reubennel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 373–378, dez. 2005b.
- MALGARIM, M. B. et al. ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E VARIAÇÃO DA TEMPERATURA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS CV. REUBENNEL. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 1, p. 61–67, 2007.
- MATIAS, R. G. P. et al. Qualidade de nectarinas produzidas em região de clima subtropical. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 621–626, 2015.
- MAYER, N. A.; FRANZON, R. C.; RASEIRA, M. DO C. B. **Pêssego, nectarina e ameixa : o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2019.
- MCGREGOR, S. E. **Insect Pollination Of Cultivated Crop Plants**. [s.l.] USDA Agriculture Handbook, 1976.
- MELO, Gabriel A. R.; GONCALVES, Rodrigo B.. Higher-level bee classifications (Hymenoptera, Abelhas, Apidae sensu lato). **Rev. Bras. Zool.**, Curitiba , v. 22, n. 1, p. 153-159, Mar. 2005 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=)

- S0101-81752005000100017&lng=en&nrm=iso>. access on 14 Mar. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752005000100017>.
- MELLO, L. M. R. DE. Produção e mercado da maçã brasileira – Panorama 2005. **Circular Técnica**, p. 5, jul. 2006.
- MICHENER, C. D. **The bees of the world**. 2. ed. ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2007.
- MIRANDA, J. M. DE S. et al. Fruit quality of ‘Eva’ e ‘Princesa’ apples grown under nitrogen fertigation in semiarid climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 967–972, 2015.
- NACHTIGALL, G. R. **MAÇÃ CULTIVO**. ed. téc.II ed. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2004.
- OLIVEIRA, D. L. et al. Características físico-químicas de cultivares de macieiras pouco exigentes em frio. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 284–287, 2014.
- OLIVEIRA, D. L. DE O. et al. Qualidade da maçã cv. Eva produzida em duas regiões de Minas Gerais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 269–272, 2015a.
- OLIVEIRA, D. L. DE O. et al. Quality of Eva apples produced in two regions of Minas Gerais-Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 269–272, 2015b.
- OLIVEIRA, D. L. DE et al. Maçã ‘Eva’ desponta a produção no estado de Minas Gerais. **Circular Técnica** 141. p. 4, 2011.
- PEDRO JUNIOR, Mario José et al. Época de florescimento e horas de frio para pessegueiros e nectarineiras. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 425-430, 2007. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452007000300005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452007000300005&lng=en&nrm=iso)>. access on 18 Mar. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000300005>.
- PETRI, J. L. et al. Avanços na Cultura da Macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. SPEC. ISSUE 1, p. 048–056, 2011.
- PETRI, J. L. et al. Apple Phenology in Subtropical Climate Conditions. In: **Phenology and Climate Change**. [s.l.] InTech, 2012. p. 195–216.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 857–1166, dez. 2008.
- PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução da brotação da macieira. In: **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 261–298.
- POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345–353, 1 jun. 2010.
- RADER, R. et al. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 1, p. 146–151, 5 jan. 2016.
- RAMOS, J. D. **Polinização Entomófila Em Pomares Comerciais De Maçã Na Região Sul Do Brasil**. [s.l.] DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL, 2016.

- RICKETTS, T. H. Tropical Forest Fragments Enhance Pollinator Activity in Nearby Coffee Crops. **Conservation Biology**, v. 18, n. 5, p. 1262–1271, out. 2004.
- RICKETTS, T. H. et al. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, n. 5, p. 499–515, maio 2008.
- SÁNCHEZ-BAYO, F.; WYCKHUYS, K. A. G. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. **Biological Conservation**, v. 232, p. 8–27, abr. 2019.
- SANTOS, A. B. Abelhas nativas: polinizadores em declínio. **Natureza on line**, v. 8, p. 103–106, 2010.
- SANTOS, R. S. S. DOS; HENTGES SEBBEN, V.; WOLFF, L. F. Visita floral de *Apis mellifera* L. em diferentes clones de cultivares de maçã Gala e Fuji e sua relação com variáveis meteorológicas em Vacaria, RS, Brasil. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 112, n. 2, p. 114–122, 2013.
- SARDIÑAS, H. S.; KREMEN, C. Pollination services from field-scale agricultural diversification may be context-dependent. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 207, p. 17–25, set. 2015.
- SATO, G. S. PRODUÇÃO DE PÊSSEGOS DE MESA E PARA INDÚSTRIA NO BRASIL. **IEA - Instituto de Economia Agrícola: Informações Econômicas**, v. 31, n. 6, p. 61–63, jun. 2001.
- SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A.; TAVARES, S. **A Cultura do Pessegueiro: recomendações para culturas de regiões subtropicais**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 2003.
- SEERAM, N. P. Berry Fruits: Compositional Elements, Biochemical Activities, and the Impact of Their Intake on Human Health, Performance, and Disease. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 3, p. 627–629, fev. 2008.
- SEGANTINI, D. M. et al. Caracterização da polpa de pêssegos produzidos em São Manuel-SP. **Ciência Rural**, v. 42, p. 52–57, 2012.
- SILVA, D. F. P. et al. Correlação entre características quantitativas e qualitativas de frutos de pessegueiros na geração f2 cultivados em região subtropical. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 53–58, 2013.
- SILVA, D. F. DA et al. Ensacamento de frutos sobre a qualidade e produtividade de novas cultivares e seleções de pêssego no sul de Minas Gerais. **Revista Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 541–551, 2014.
- SILVA, F. O. DA; VIANA, B. F.; PIGOZZO, C. M. Floração, produção de néctar e abelhas visitantes de *Eriope blanchetii* (Lamiaceae) em dunas costeiras, Nordeste do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 97, n. 1, p. 87–95, mar. 2007.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: Sistemática e Identificação**. 2002, p. 253.
- SIQUEIRA, K. M. M. DE et al. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 1–12, 2009.

SLAA, E. J. et al. Stingless bees in applied pollination: Practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 293–315, 2006.

SOUSA, V. C. DE et al. **Biologia e Ecologia da Polinização**. 1998/02/01 ed. Wallingford: Elsevier B.V., 2015. v. 33

STEFFENS, C. A. et al. Qualidade pós-colheita de ameixas “camila” e “laetitia” colhidas em diferentes estádios de maturação. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 214–221, 4 maio 2018.

TAURA, H. M.; LAROCA, S. Biologia da Polinização: interações entre as abelhas (Hym., Abelhas) e as flores de *Vassobia breviflora* (Solanaceae). **Acta Biológica Paranaense**, v. 33, p. 143–162, 2014.

TREVISAN, R. et al. Qualidade de pêssegos em pomares conduzidos de forma convencional e integrada Peach quality of conventional and integrated production orchards. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1747–1751, 2004.

VIANA, B. F. et al. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**, v. 14, n. 25, p. 261–269, 2019.

VILVERT, J. C.; FREITAS, S. T. DE; LOPES, P. R. C. Qualidade De Maçãs “Eva” Cultivadas Em Diferentes Regioes Do Brasil. **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**, p. 91–100, 2018.

WU, J. et al. Chemical compositional characterization of some apple cultivars. **Food Chemistry**, v. 103, n. 1, p. 88–93, 2007.

## CAPÍTULO 2 IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) NA POLINIZAÇÃO DE MACIEIRA E PESSEGUIRO

### RESUMO

As abelhas são insetos fundamentais na polinização em ambientes naturais e cultivados. Nesse último elas contribuem na produção de alimentos. Conhecer a diversidade desses insetos, em ambientes cultivados é essencial para a adoção de medidas eficientes de manejo e conservação das populações naturais. O objetivo desse trabalho foi conhecer a diversidade da apifauna em cultivos de macieira e pessegueiro na Estação Experimental da EPAMIG, município de Maria da Fé, Minas Gerais. Foram utilizados dois métodos de coleta: armadilhas Pantrap abastecidas com solução salina de NaCl a 10% e detergente neutro; e armadilhas Pet com solução de proteína hidrolisada Bio Anastrepha®, diluída em água a 5% v/v. No total foram coletadas 29.934 abelhas sendo: 16.220 na área de cultivo da macieira e 13.714 na área de cultivo do pessegueiro. Entre as famílias amostradas durante o trabalho estão: Andrenidae, Apidae, Halictidae, Megachilidae. As espécies mais abundantes nas áreas de estudo foram *Apis mellifera* e *Trigona spinipes*. A abelha *A. mellifera* foi o principal inseto visitante na macieira seguido da abelha nativa *T. spinipes*, ambas mostraram-se capazes de polinizar as macieiras. No pessegueiro os visitantes florais mais expressivos foram *T. spinipes* seguido de *A. mellifera* sendo que estas espécies também demonstraram ser capazes de polinizar o pessegueiro. A espécie nativa *T. spinipes* por apresentar colônias abundantes e não afetarem as flores de macieira e pessegueiro pode ser considerada polinizadora desses cultivos, sendo organismos essenciais em futuros programas de manejo.

**Palavras-chave:** Abelha, Rosaceae, Diversidade, Armadilhas.

## 1 INTRODUÇÃO

A diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) em áreas naturais e agroecossistemas pode contribuir de forma significativa para a restauração de ambientes e na produção de alimentos (DEC; DA SILVA MOUGA, 2017; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004). Esses insetos realizam um valioso serviço ecossistêmico, a polinização de plantas com flores em ambientes cultivados e naturais (BAWA, 1990; FREE, 1993; IMPERATRIZ-FONSECA; NUNES-SILVA, 2010; KERR, W. E., CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, 1996).

A polinização é fundamental nos agroecossistemas para o provimento e a própria sobrevivência humana (BALVANERA, 2001; DAILY, 1997), principalmente em plantas alógamas, como a macieira, mas também em plantas autógamias, como o pessegueiro. Ambas as frutas, maçã e pêsego são importantes componentes alimentícios para a população mundial (KIST, 2016; MAYER; FRANZON; RASEIRA, 2019). Em plantas alógamas as abelhas são um componente essencial na produção de frutos, tanto quantitativamente quanto qualitativamente. A relação entre esses organismos é de dependência recíproca (KEVAN; BAKER, 1983; TAURA; LAROCCA, 2014). A planta fornece o recurso alimentar (*e.g.* pólen e néctar) para a abelha e ela garante a polinização da planta e a manutenção da diversidade genética, através do fluxo gênico (WOLOWSKI et al., 2018).

Em áreas de cultivo de plantas frutíferas, principalmente em locais que as populações das espécies cultivadas não ocorrem naturalmente, o sucesso da polinização está correlacionado à diversidade de abelhas presentes. Geralmente em locais com alta diversidade de abelhas, a ausência do polinizador efetivo de uma espécie de planta pode ser suplementada em decorrência das demais visitantes florais, reduzindo o impacto causado pela ausência dos polinizadores nesses habitats (KREMEN et al., 2004; RICKETTS, 2004; RADER et al., 2016).

O serviço de polinização realizada pelas abelhas traz benefícios à população humana e para outros animais. As abelhas tem um papel chave na produção de alimentos e na conservação de ambientes naturais. Elas, além de melhorar a produtividade de plantas frutíferas, também contribuem para o aumentando e/ou manutenção da variabilidade genética entre os vegetais (GIANNINI et al., 2014; IMPERATRIZ-FONSECA, 2004).

Mesmo que, o foco em ambientes agrícolas não esteja no fluxo gênico entre as espécies cultivadas e sim na produção dos frutos, a ausência de polinizadores pode levar a uma queda na produção. Uma vez considerada a possibilidade de queda na produção agrícola,

a geração de conhecimento sobre a diversidade de insetos polinizadores é essencial para o desenvolvimento de técnicas de manejo mais eficientes (WOLOWSKI et al., 2018).

Entre os fatores mais prejudiciais em sistemas agrícolas presentes na literatura estão: a remoção de habitats naturais e o uso de produtos fitossanitários. Esses fatores contribuem para perda dos recursos naturais causando a diminuição de insetos polinizadores entre eles as abelhas (HOFFMANN, 1990; PARK et al., 2010; POTTS et al., 2010). O problema é ainda mais preocupante já que as abelhas são responsáveis por quase 80% da polinização em culturas agrícolas (CAMPBELL et al., 2017; WOLOWSKI et al., 2018). Quando todas as plantas com flores são consideradas, elas são responsáveis pela polinização de aproximadamente 90% das espécies existente em ambientes naturais (BAWA, 1990; POTTS et al., 2010).

A macieira (*Malus domestica* Borkh) é uma espécie que depende das abelhas para que ocorra a formação de frutos (GIANNINI et al. 2015). O problema da dependência da macieira por esses polinizadores é devido a auto-incompatibilidade entre grãos de pólen e o estigma de uma mesma flor ou entre as flores da mesma planta. Uma vez que ocorre a inibição do crescimento do tubo polínico no estilete da mesma flor em *M. domestica* (KVITSCHAL et al., 2013; RAMOS, 2016). A presença das abelhas, que coletam recursos como néctar e pólen nessas plantas (BAUMGRATZ; SILVA, 1986; FREITAS; NUNES-SILVA, 2012; OLIVEIRA-REBOUÇAS; GIMENES, 2005; SIQUEIRA et al., 2009), garante a reprodução cruzada e a produção de frutos. Por outro lado, o pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch), uma planta considerada auto-fértil não é completamente dependente dos polinizadores (GIANNINI et al., 2014). Apesar dessa característica os pessegueiros quando polinizados por abelhas durante a floração aumenta a quantidade e a qualidade dos frutos (DELAPLANE; MAYER, 2000).

Considerando que as abelhas prestam um importante serviço ambiental de reconhecido valor econômico (GALLAI et al., 2009; GIANNINI et al., 2015) e a insipiência do conhecimento tanto sobre as abelhas quanto sobre a relação existente entre abelhas brasileiras e as culturas de macieiras e pessegueiros; o trabalho teve como objetivo central conhecer a riqueza da apifauna em plantios de macieira e pessegueiro de uma região de Mata Atlântica no município de Maria da Fé, Minas Gerais.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Descrição da área

O trabalho foi realizado na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, localizada no município de Maria da Fé, MG ( $22^{\circ}18'46''\text{S}$ ;  $45^{\circ}23'5''\text{W}$ ; altitude de 1.276m). A Fazenda Experimental da EPAMIG/Maria da Fé possui 109 ha, dos quais 30 ha são de preservação permanente em domínio compreendido pela Mata Atlântica localizada na Serra da Mantiqueira. O clima da região é o subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno (Cwb de Köppen), apresentando temperatura média anual de  $17^{\circ}\text{C}$  e precipitação média anual de 1.738 mm (OLIVEIRA et al., 2014). Os locais onde estão os cultivos de macieira da cultivar Eva e do pessegueiro com nove cultivares (Aurora, Biuti, Bolão, Conserva 845, Diamante, Dourado, Eldorado, Maciel e Ouro Mel) possuem 1,0 ha e 0,5 ha de área respectivamente. A distância entre a macieira e o pessegueiro é de aproximadamente 500 m por uma área, entre elas possuem outras cultivares (goiabeira, oliveiras, ameixeiras e videiras) sendo todos margeados por fragmentos de Mata Atlântica (Figura 1).

Figura 1 - Imagem aérea da Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG. Fonte: Google Earth. Data de captura 12/01/2020.



Fonte: Google Earth, adaptado pelo autor (2020).

O controle fitossanitário nas culturas foi realizado de acordo com o recomendado pela produção integrada de frutas (ANEXO A) e o manejo de vegetação espontânea foi realizado antes da floração de forma mecânica (roçadeira).

## 2.2 Coleta dos insetos

As armadilhas do tipo Pantrap foram instaladas em oito pontos (distante entre eles de 50 m) no pomar de macieira. Em cada ponto, havia um conjunto de três Pantraps amarelos com (20,0 cm diâmetro na sua parte superior x 10,0 cm inferior e altura de 4 cm) dispostos a 2 m entre eles e suspensos em hastes de bambu a uma altura de aproximadamente 50 cm do solo. Cada armadilha Pantrap foi abastecida com solução salina (NaCl a 10%) e detergente neutro.

Também foi utilizado três “armadilhas Pet (2L)” com 3 furos (2 cm x 1 cm) a 18 cm da base da garrafa. Essas armadilhas foram abastecidas com 500 mL de solução de proteína hidrolisada Bio Anastrepha®, diluída em água a 5% v/v, e colocadas 1,50 m de altura do solo na região central da macieiras a uma distância aproximada de 150,0 m de cada ponto. Diferente das macieiras, apenas quatro pontos de um conjunto de três Pantraps e três pontos de armadilhas Pet foram colocados no pessegueiro (Figura 2).

Figura 2 – Disposição das armadilhas: a – Armadilha Pet com solução de proteína hidrolisada Bio Anastrepha®, e b – Pantrap com solução salina e detergente neutro. Pomar de macieira localizado na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG.



Fonte: Do autor (2018).

### **2.2.2 Biologia da polinização**

A eficiência das abelhas como polinizadoras da macieira e do pessegueiro foi avaliada no período de floração dos pomares, ocorrido durante o mês de agosto de 2018. As flores da macieira possuem uma longevidade de 72 horas (VIANA et al., 2015) e as do pessegueiro em torno de 120 horas (MOTA; NOGUEIRA-COUTO, 2002). Assim, levando em consideração as características das variedades, a avaliação de quais recursos os visitantes florais buscavam nas flores (néctar ou pólen) e como era seu comportamento na busca por esses recursos, ocorreu no período da manhã (8-12h) totalizando em um esforço amostral de 24 horas. Durante esse período, percorreram-se as ruas dos pomares, caminhando entre as plantas, observando as abelhas chegarem até as flores, e verificando qual era o recurso que elas coletavam pólen ou néctar e se elas tocavam as anteras e os estigmas.

### **2.2.3 Amostragem e identificação**

Os espécimes foram coletados quinzenalmente no período de maio/2016 a maio/2018, etiquetados, acondicionados em frascos com álcool 70% e enviados para o laboratório. Após a coleta os espécimes foram triados, montados e identificados no Laboratório de Estudos em Abelhas do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras. A identificação ocorreu com o auxílio de chaves taxonômicas (*e. g.* SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002). Com a pré-identificação, parte dos espécimes foram enviados para o Laboratório de Sistemática de Insetos (LSI) do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) para a confirmação e/ou identificação até o menor nível de especificidade possível.

Apenas as espécies carentes de chaves taxonômicas e que não possuíam exemplares identificados depositados na Coleção de Insetos do Centro de Coleções Taxonômicas da UFMG não foram identificados até o nível de espécie, sendo desta forma morfotipados.

### **2.2.4 Análise dos dados**

A avaliação dos dados foi realizada utilizando o software EstimateS versão 9.1 (COLWELL, R. K., 2013) para as Curvas de rarefação de Coleman com os desvios-padrão nas barras verticais. O índice de diversidade de Shannon H', análise de Cluster, foi realizado utilizando o software PAST versão 2.17c (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). As análises

de similaridades NMDS e ANOSIM para todos os tratamentos utilizando o software Primer versão 6.0 (CLARKE; GORLEY, 2006). As análises estatísticas foram feitas no software STATISTICA (data analysis software system), versão 7.0 (STATSOFT, 2004) e os cálculos de abundância e frequências foram feitas no software Microsoft Excel Professional Plus 2010.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Abundância, Riqueza e Diversidade de (Hymenoptera: Apoidea) em macieira e pessegueiro

Um total de 29.934 abelhas foram coletadas, sendo 16.220 no cultivo da macieira e 13.714 no cultivo do pessegueiro. O número de abelhas coletadas por cultivo/método foi 6.524 (macieira/Pantrap) e 3.676 (pessegueiro/Pantrap), Pet 9.696 (macieira/Pet com proteínas) e 10.038 (pessegueiro/Pet com proteínas). Quatro famílias (Andrenidae, Apidae, Halictidae e Megachilidae) e 11 tribos (Calliopsini, Apini, Eucerini, Exomalopsini, Tapinotaspidini, Ceratinini, Xylocopini, Augochlorini, Halictini, Anthidini e Megachilini) foram amostradas (TABELA 1).

Nas armadilhas do tipo Pantrap, em macieira, 13 espécies foram as mais abundantes: *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758); *Trigona spinipes* (Fabricius, 1793); *Schwarziana bocainensis* Melo, 2015; *Geotrigona subterrânea* (Friese, 1901); *Paratrigona subnuda* Moure, 1947; *Trigona fuscipennis* Friese, 1900; *Augochlora (Augochlora) sp.01*; *Augochlora (Augochlora) sp.02*; *Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pissisi* (Vachal 1903); *Augochlora (Augochlora) foxiana* Cockerell, 1900; *Thectochlora alaris* (Vachal, 1904); *Augochlora (Augochlora) sp.03*; *Augochloropsis argentina* (Friese, 1908). No pessegueiro foram oito espécies: *A. mellifera*; *T. spinipes*; *G. subterrânea*; *Augochlora (Augochlora) foxiana*; *P. subnuda*; *T. alaris*; *S. bocainenses* e *Augochlora (Augochlora) sp.02* (TABELA 1).

Para as armadilhas do tipo Pet, em macieira, oito foram às espécies que mais contribuíram para abundância: *T. spinipes*; *A. mellifera*; *G. subterrânea*; *Augochloropsis cleopatra* (Schrott, 1902); *A. (Augochlora) foxiana*; *A. argentina*; *P. subnuda*; *T. alaris*. Em pessegueiro foram 11 espécies: *T. spinipes*; *A. mellifera*; *Trigona hyalinata* (Lepeletier, 1836); *T. fuscipennis* Friese, 1900; *Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pissisi* (Vachal 1903); *Augochlora (Augochlora) sp.01*; *P. subnuda*; *A. (Augochlora) foxiana*; *S. bocainenses*; *Gaesischia sp.01* e *T. alaris*.

A maior riqueza de espécies amostradas na comunidade de abelhas (TABELA 1) se destaca em armadilhas do tipo Pantrap em macieira (S=75), quando comparado com as do pessegueiro (S=71), o que também foi observado no Pet utilizando iscas proteínáceas em macieira (S=73) que obteve maior riqueza em relação ao pessegueiro (S=68). Apenas duas espécies de abelhas demonstraram serem polinizadoras eficientes da macieira, ambas pertencentes à tribo das abelhas curbiculadas, *A. mellifera* e *T. spinipes* (Apini). Estas espécies coletaram tanto pólen quanto néctar nas flores da macieira e durante as visitas tocavam o estigma e as anteras. Outros táxons como as abelhas das famílias Halictidae, Megachilidae e a Apidae visitaram eventualmente as flores da macieira, em busca de néctar, contudo eram afugentadas das flores tanto pela *A. mellifera* quanto pela *T. spinipes*. As espécies *A. mellifera* e *T. spinipes* também foram observadas competindo por recurso. O comportamento de forrageio de *A. mellifera* e *T. spinipes* visitando flores diferentes da macieira de forma aleatória também as tornam aptas como polinizadoras dessa cultivar.

No pessegueiro à tribo das abelhas curbiculadas, *T. spinipes* e *A. mellifera* (Apini), também demonstraram serem eficientes polinizadoras nessa cultura. Elas coletaram tanto néctar quanto pólen. E quando elas buscavam seus recursos, tocavam as anteras e os estigmas das flores. A espécie *T. spinipes* permaneciam mais tempo nas flores, em comparação com *A. mellifera*. Eventuais táxons visitaram as flores do pessegueiro, em busca de néctar, como as abelhas das famílias Halictidae, Megachilidae e até mesmo outras Apidae (e.g. *Bombus morio* (Swederus, 1787); *Paratrigona subnuda* Moure, 1947), mas eram afugentadas das flores do pessegueiro, tanto pela *T. spinipes* quanto pela *A. mellifera*, chegando a disputar os recursos florais entre elas.

A Mata Atlântica existente no entorno das culturas possui um papel importante na permanência das abelhas, pois, serve de abrigo, local para nidificação e recursos alimentares em épocas que antecede o período de florescimento das culturas e/ou baixa de recursos alimentares, contribuindo para a riqueza de espécies presentes na localidade.

Tabela 1 - Abundância e frequência relativa de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap e Pet, em pomares de maçã e pêsego na Estação Experimental da EPAMIG, Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.

Família/Tribo/Espécie	Pantrap				Pet			
	Maçã	Fr %	Pêssego	Fr %	Maçã	Fr %	Pêssego	Fr %
<b>Andrenidae</b>								
<b>Calliopsini</b>								
<i>Acamptopoeum prinii</i> (Holmberg, 1884)	37	0,57	27	0,73	36	0,37	18	0,18
<i>Acamptopaeum vagans</i> (Cockerell, 1926)	7	0,11	7	0,19	0	-	3	0,03
<b>Protandrenini</b>								
<i>Anthrenoides lavrensis</i> Urban, 2007	41	0,63	34	0,92	47	0,48	45	0,45
<i>Psaenythia</i> sp.01	9	0,14	0	-	0	-	0	-
<b>Apidae</b>								
<b>Apini</b>								
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	2095	32,11	697	18,96	1087	11,21	775	7,72
<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	775	11,88	334	9,09	6007	61,95	6350	63,26
<i>Schwarziana bocainensis</i> Melo, 2015	205	3,14	102	2,77	91	0,94	105	1,05
<i>Geotrigona subterranea</i> (Friese, 1901)	186	2,85	145	3,94	175	1,80	95	0,95
<i>Paratrigona subnuda</i> Moure, 1947	167	2,56	105	2,86	107	1,10	118	1,18
<i>Trigona fuscipennis</i> Friese, 1900	102	1,56	59	1,61	65	0,67	151	1,50
<i>Trigona hyalinata</i> (Lepeletier, 1836)	52	0,80	93	2,53	59	0,61	198	1,97
<i>Scaptotrigona depilis</i> (Moure, 1942)	34	0,52	64	1,74	6	0,06	60	0,60
<i>Cephalotrigona capitata</i> (Smith, 1854)	32	0,49	34	0,92	26	0,27	28	0,28
<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata anthidioides</i> Lepeletier, 1836	23	0,35	22	0,60	35	0,36	23	0,23
<i>Bombus morio</i> (Swederus, 1787)	20	0,31	12	0,33	31	0,32	11	0,11
<i>Melipona (Eomelipona) marginata carioca</i> Moure, 1971	19	0,29	13	0,35	38	0,39	0	-
<i>Melipona (Eomelipona) bicolor</i> Schencki Gribodo, 1893	17	0,26	15	0,41	15	0,15	23	0,23
<i>Bombus brasiliensis</i> Lepeletier, 1836	16	0,25	9	0,24	24	0,25	5	0,05
<b>Eucerini</b>								

Tabela 1 – Continuação

Família/Tribo/Espécie	Pantrap				Pet			
<i>Gaesischia</i> sp.01	26	0,40	69	1,88	35	0,36	105	1,05
<i>Melissoptila moureana</i> Urban, 1998	3	0,05	24	0,65	15	0,15	30	0,30
<b>Exomalopsini</b>								
<i>Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa</i> Spinola, 1853	32	0,49	23	0,63	18	0,19	11	0,11
<b>Tapinotaspidini</b>								
<i>Monoeca</i> sp.01	21	0,32	14	0,38	31	0,32	34	0,34
<i>Tapinotaspoides</i> cfr <i>serraticornis</i> (Friese, 1899)	6	0,09	42	1,14	22	0,23	86	0,86
<b>Xylocopinae</b>								
<b>Ceratinini</b>								
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.04	17	0,26	0	-	19	0,20	0	-
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.03	14	0,21	0	-	10	0,10	0	-
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.05	12	0,18	4	0,11	8	0,08	4	0,04
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.02	11	0,17	5	0,14	8	0,08	4	0,04
<i>Ceratina (Crewella)</i> sp.01	9	0,14	8	0,22	14	0,14	2	0,02
<b>Xylocopini</b>								
<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	20	0,31	7	0,19	11	0,11	4	0,04
<b>Halictidae</b>								
<b>Augochlorini</b>								
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.01	277	4,24	86	2,33	97	1,00	128	1,28
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.02	262	4,01	100	2,72	82	0,85	86	0,86
<i>Augochlora (Augochlora) foxiana</i> Cockerell, 1900	217	3,33	130	3,54	114	1,18	109	1,09
<i>Thectochlora alaris</i> (Vachal, 1904)	212	3,25	103	2,80	105	1,08	104	1,04
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.03	206	3,15	37	1,01	57	0,59	27	0,27
<i>Augochloropsis argentina</i> (Friese, 1908)	102	1,56	62	1,69	109	1,12	74	0,74
<i>Augochloropsis sympleres</i> (Vachal, 1903)	90	1,38	52	1,41	75	0,77	81	0,81
<i>Augochloropsis smithiana</i> (Cockerell, 1900)	83	1,27	86	2,34	58	0,60	51	0,51

Tabela 1 – Continuação

Família/Tribo/Espécie	Pantrap					Pet		
<i>Augochloropsis cleopatra</i> (Schrottky, 1902)	69	1,06	63	1,71	162	1,67	57	0,57
<i>Augochlora (Oxystoglosella)</i> sp.09	61	0,94	64	1,74	66	0,68	70	0,70
<i>Neocorynura codion</i> (Vachal, 1904)	60	0,92	39	1,06	36	0,37	75	0,75
<i>Augochlora (Oxystoglosella)</i> sp.11	58	0,89	27	0,73	90	0,93	39	0,39
<i>Neocorynura</i> sp.01	47	0,72	44	1,20	42	0,43	54	0,54
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.04	46	0,71	14	0,38	36	0,37	8	0,08
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.10	38	0,58	85	2,31	29	0,30	27	0,27
<i>Neocorynura</i> sp.02	34	0,52	35	0,95	17	0,18	27	0,27
<i>Neocorynura</i> sp.03	31	0,48	25	0,68	20	0,21	33	0,33
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.07	28	0,43	36	0,98	34	0,35	66	0,66
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.06	24	0,37	18	0,49	16	0,17	11	0,11
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.08	20	0,31	46	1,25	18	0,19	61	0,61
<i>Augochlora (Oxystoglosella)</i> sp.14	15	0,23	24	0,65	9	0,09	20	0,20
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.05	12	0,18	21	0,57	11	0,11	6	0,06
<i>Augochlora (Oxystoglosella)</i> sp.12	12	0,18	11	0,3	9	0,09	5	0,05
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.16	11	0,17	19	0,52	2	0,02	18	0,18
<i>Augochlora (Augochlora)</i> sp.17	11	0,17	15	0,41	6	0,06	20	0,20
<i>Augochlora (Oxystoglosella)</i> sp.15	9	0,14	22	0,6	8	0,08	22	0,22
<i>Pseudaugochlora indistincta</i> Almeida, 2008	9	0,14	23	0,63	2	0,02	4	0,04
<i>Augochlora (Oxystoglosella)</i> sp.13	6	0,09	13	0,35	8	0,08	9	0,09
<i>Augochloropsis ornata</i> (Smith, 1879)	2	0,03	1	0,03	1	0,01	1	0,01
<i>Pseudaugochlora callaina</i> Almeida, 2008	0	-	2	0,05	0	0,00	8	0,08
<b>Halictini</b>								
<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pissisi</i> (Vachal, 1903)	127	1,95	93	2,53	69	0,71	137	1,36
<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pruinosus</i> Moure & Sakagami, 1984	88	1,35	79	2,15	45	0,46	81	0,81

Tabela 1 – Continuação

Família/Tribo/Espécie	Pantrap				Pet			
<i>Agapostemon (Notagapostemon) semimelleus</i> Cockerell, 1900	23	0,35	47	1,28	23	0,24	88	0,88
<i>Dialictus</i> sp.03	20	0,31	18	0,49	3	0,03	0	-
<i>Dialictus</i> sp.01	12	0,18	7	0,19	6	0,06	0	-
<i>Dialictus</i> sp.05	11	0,17	7	0,19	2	0,02	4	0,04
<i>Dialictus</i> sp.04	9	0,14	0	-	6	0,06	0	-
<i>Dialictus</i> sp.02	7	0,11	17	0,46	8	0,08	5	0,05
<b>Megachilidae</b>								
<b>Anthidini</b>								
<i>Anthidium manicatum</i> (L., 1758)	7	0,11	21	0,57	4	0,04	13	0,13
<b>Megachilini</b>								
<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp.02	29	0,44	17	0,46	18	0,19	28	0,28
<i>Megachile (Pseudocentron) rubricata</i> Smith, 1853	27	0,41	18	0,49	27	0,41	18	0,49
<i>Megachile iheringi</i> Schrottky, 1913	25	0,38	2	0,05	20	0,21	0	0,00
<i>Megachile (Melanosarus) nigripennis</i> Spinola, 1841	23	0,35	18	0,49	12	0,12	14	0,14
<i>Megachile (Acentron)</i> sp.02	19	0,29	0	-	43	0,44	5	0,05
<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp.01	17	0,26	22	0,60	21	0,22	15	0,15
<i>Megachile (Chrysosarus)</i> sp.01	12	0,18	17	0,46	31	0,32	9	0,09
<i>Megachile (Acentron)</i> sp.01	8	0,12	22	0,60	5	0,05	30	0,30
Abundância	6524	100,00	3676	100,00	9696	100,00	10038	100,00
Riqueza (S)	75		71		73		68	
Bootstrap	98,68%		93,40%		98,51%		91,61%	
Shannon_H	3,009		3,564		1,92		1,93	
Equitabilidade de Pielou (J)	0,6969		0,836		0,45		0,46	

Fonte: Do autor (2019).

### 3.2 Análises da apifauna

A abundância média, riqueza e o índice de diversidade Shannon-Wiener ( $H'$ ) de abelhas coletadas nas culturas da macieira e do pessegueiro com as armadilhas Pet, não foram significativamente diferentes, conforme teste F a 5% de probabilidade. Nas duas culturas, observou-se uma diferença significativa na abundância média de abelhas, coletados com as armadilhas Pantrap, confirmado pelo teste F ( $p=0,005674$ ). A riqueza média e o índice de diversidade Shannon-Wiener ( $H'$ ) entre as abelhas coletadas nessas aéreas, não foram significativos, conforme teste F com  $p < 0,05$  (TABELA 2).

Tabela 2 - Abundância, Riquezas e Índice de diversidade Shannon-Weaver ( $H'$ ) para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap e Pet, em pomares de maçã e pêsego na Estação Experimental da EPAMIG, Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.

	Abundância média	Riqueza (S) média	Shannon ( $H'$ ) médio
Maçã_Pet	808,17 ± 97,40 <sup>ns</sup>	39,17 ± 3,47 <sup>ns</sup>	1,78 ± 0,09 <sup>ns</sup>
Pêssego_Pet	836,50 ± 155,17 <sup>ns</sup>	33,75 ± 3,59 <sup>ns</sup>	1,55 ± 0,14 <sup>ns</sup>
Maçã_Pantrap	532,17 ± 54,03 *	42,33 ± 3,54 <sup>ns</sup>	2,70 ± 0,10 <sup>ns</sup>
Pêssego_Pantrap	305,17 ± 50,66 *	37,50 ± 3,32 <sup>ns</sup>	2,98 ± 0,13 <sup>ns</sup>

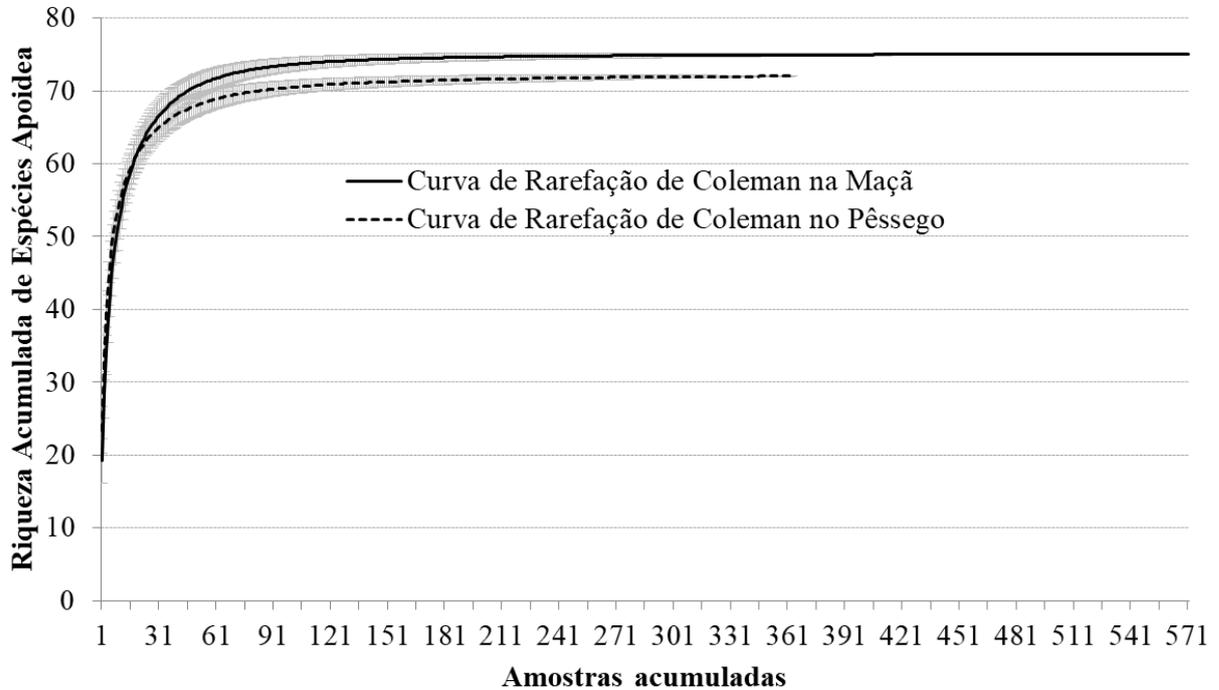
n.s.: Não significativo pelo teste F com  $p < 0,05$ .

\*Diferença significativa pelo teste de F com  $p=0,005674$ .

Fonte: Do autor (2019).

Analisando as curvas de rarefação de Coleman para os totais dos táxons de abelhas coletados nas armadilhas Pantrap e Pet (FIGURA 3), verifica-se a estabilização da curva atingindo uma assíntota após as amostras acumuladas do ponto 91. Neste momento, observa-se estabilização da curva, não alterando a riqueza acumulada de espécies e tornando a curva sempre paralela as amostras acumuladas. Também se observa uma diferença nos desvios-padrão nas barras verticais, entre as duas culturas, a partir das amostras acumuladas 76, inferindo que a apifauna presente nas duas culturas é diferente.

Figura 3 - Curvas de rarefação de Coleman (desvios-padrão nas barras verticais) para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap e Pet, em pomares de maçã e pêsego na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



Fonte: Do autor (2019).

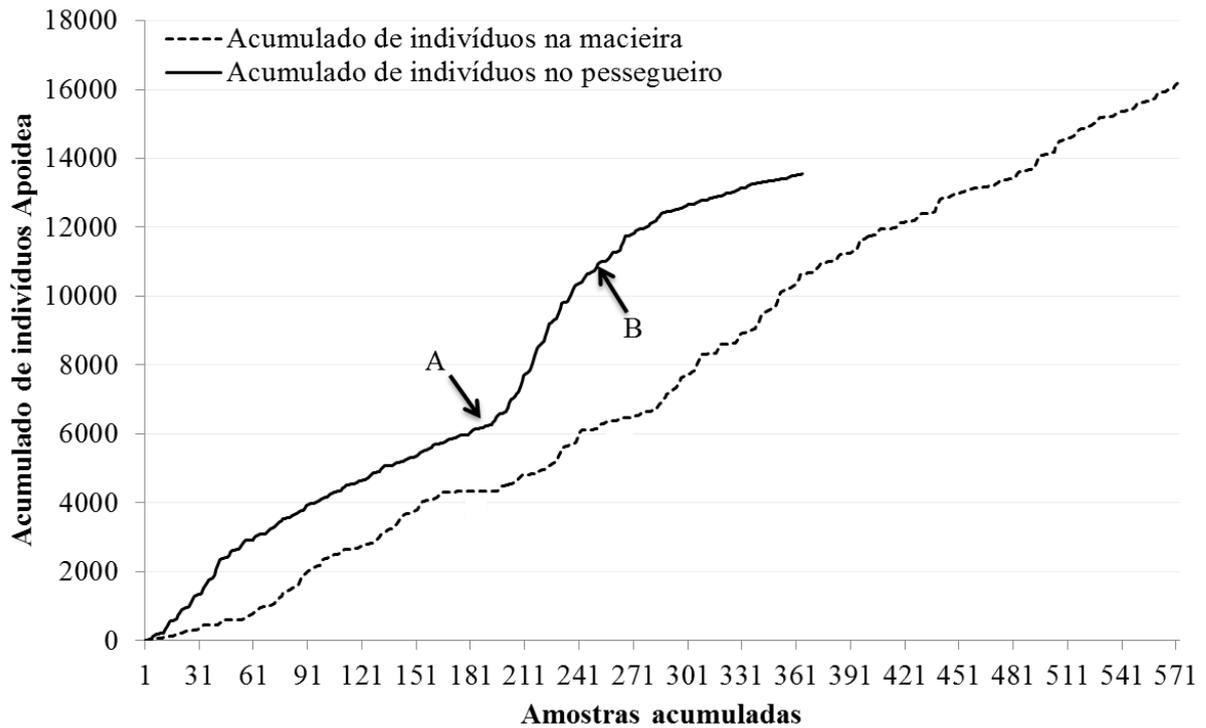
O teste de reamostragem do estimador de riqueza Bootstrap, mostrou que as estimativas para a riqueza de espécies desse método, não paramétrico, foram similares aos observados na curva de rarefação de Coleman no pessegueiro ANEXO B, e também na cultura da macieira ANEXO C, confirmando a diferença na composição da apifauna, entre as duas culturas e que utilizando esses métodos complementares, houve suficiência amostral para os táxons coletados.

A curva de acumulação indivíduos mostra um crescimento exponencial de abelhas coletadas na macieira (FIGURA 4). Acredita-se que o crescimento da apifauna durante todo esse período, deve-se provavelmente a permanência de floração, ocorrida na vegetação espontânea no período que antecede a antese, mantendo recursos alimentares, para a permanência das abelhas na macieira, até que essa cultivar entrasse no seu período de floração.

No pessegueiro (FIGURA 4) a curva de acumulação da apifauna, apresenta dois pontos distintos. No primeiro (A), mostra uma queda na população de abelhas, período sem

floração e recursos para manter as espécies de abelhas na cultura. Já o segundo ponto (B), observa-se um abaulamento na curva, isso se deve provavelmente pelo crescimento populacional das espécies de abelhas ocorrido no período de floração do pessegueiro.

Figura 4 - Curva de acumulação de indivíduos da apifauna em macieira e pessegueiro, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.

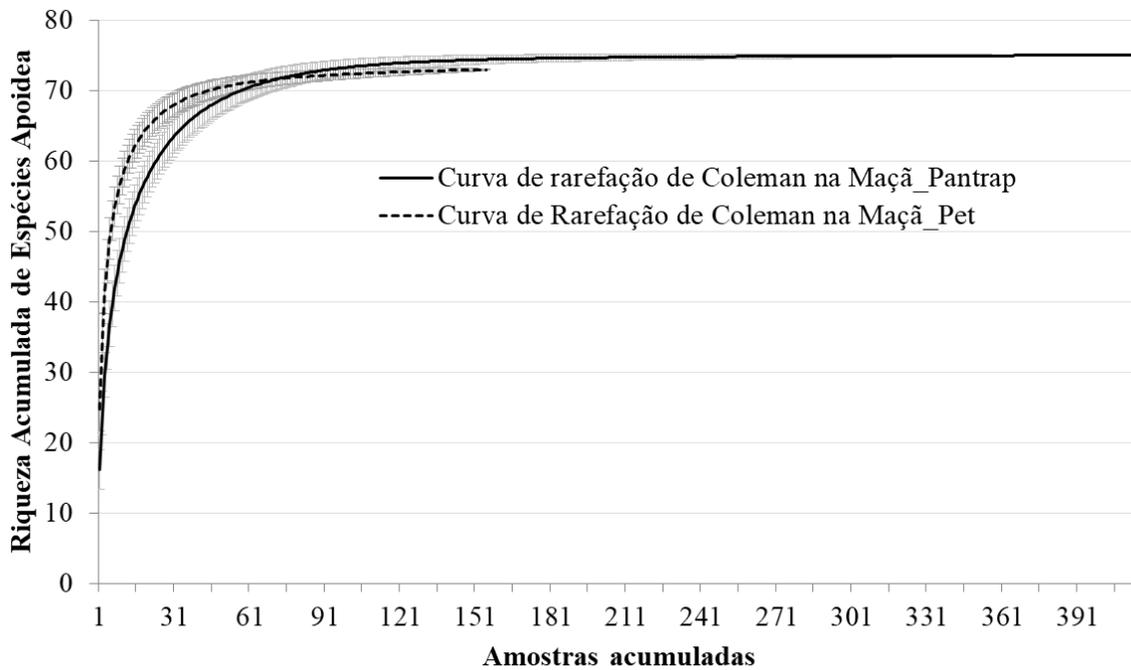


Fonte: Do autor (2019).

Avaliando-se as curvas de rarefação de Coleman, para os táxons presentes na cultura da macieira e coletadas em armadilhas pantrap e pet com isca proteínácea (FIGURA 5), verifica-se a estabilização da curva quando é atingida uma riqueza de 75 espécies de abelhas em armadilhas pantrap e quando da coleta de 73 espécies em armadilhas do tipo Pet.

Adicionalmente, observa-se uma diferença entre curvas de rarefação de Coleman a partir do ponto de amostragem 136, em que não há contato entre seus eixos ou desvios padrão. Assim, podemos inferir que ambas as armadilhas mostram-se complementares, demonstrando que as armadilhas capturam espécies diferentes na mesma área.

Figura 5 - Curvas de rarefação de Coleman (desvios-padrão nas barras verticais) para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap e Pet, no pomar de maçã. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.

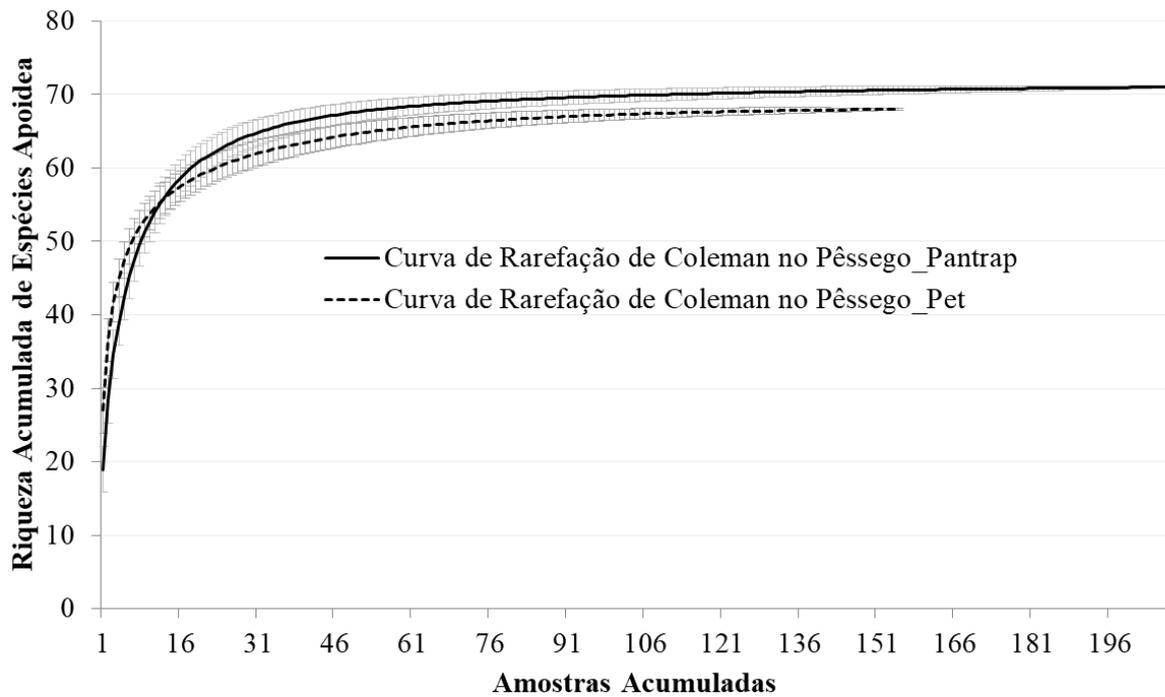


Fonte: Do autor (2019).

A suficiência amostral também observada pelo estimador de riqueza Bootstrap para armadilhas do tipo Pantrap (ANEXO D), estima uma riqueza de 76 espécies e a curva de Coleman uma riqueza de 75 espécies, mostrando uma proporção de 98,68% entre a riqueza estimada e a coletada por essa armadilha. Na armadilha do tipo Pet, observa-se que a riqueza estimada pelo Bootstrap (ANEXO E) foi de 75 espécies e na curva de rarefação foram coletados 73 espécies, gerando uma proporção de 98,51% entre os táxons coletados e os estimados na maçã com esse tipo de armadilha.

Na cultura do pessegueiro, observa-se uma estabilização da curva quando a riqueza chega a 71 espécies de abelhas, amostradas na armadilha Pantrap e a 68 espécies de abelhas, coletadas na armadilha do tipo Pet (FIGURA 6). A partir do ponto de amostragem 61, observa-se uma diferença entre as duas curvas de rarefação de Coleman, onde não há mais contato entre elas, inferindo que a riqueza de espécies amostradas por essas armadilhas Pantrap e Pet, mostraram-se complementares para verificar a riqueza da apifauna em áreas de cultivo de pessegueiro.

Figura 6 - Curvas de rarefação de Coleman (desvios-padrão nas barras verticais) para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap e Pet, no pomar de pêssego. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



Fonte: Do autor (2019).

Quando analisamos o estimador de riqueza Bootstrap para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap no pêssego (ANEXO F), verificamos que foi estimado um total de 72,10 espécies para coletas com esse tipo de armadilha. A curva de rarefação mostra um resultado de 71 espécies coletadas, apresentando uma relação entre o estimador e a curava de 93,40%, apresentando um resultado satisfatório para esse tipo de armadilha.

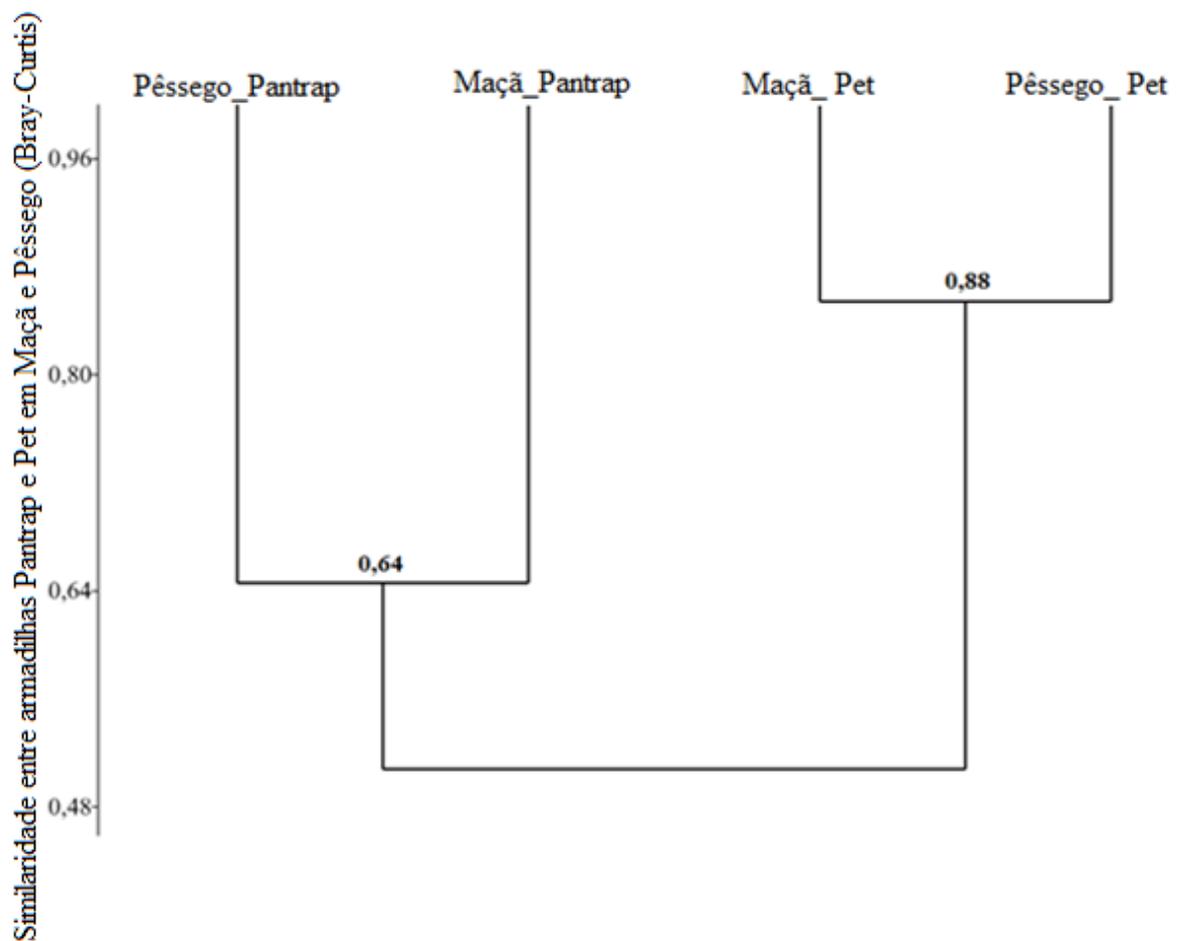
Comparando a armadilha do tipo Pet com a anterior, verifica-se que houve maior riqueza de espécies de abelhas, no primeiro método de coleta. Na armadilha Pet o estimador de riqueza Bootstrap (ANEXO G) estima uma riqueza de 69,63 em sua curva de rarefação. Essa riqueza foi de 68 espécies o que representa uma proporção de 91,61% entre a estimada e a que foi coletada por essa armadilha.

### 3.2.1 Análises de Cluster e Escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS)

Na análise de cluster (FIGURA 7) verifica-se uma similaridade de 64% entre as espécies de abelhas coletadas na cultura da macieira e do pessegueiro com a armadilha Pantrap. E uma similaridade de 88%, entre a apifauna coletada com armadilha do tipo Pet.

Além disso, quando analisamos as espécies de abelhas presentes na cultura da macieira e coletadas por esses dois métodos, houve uma menor similaridade entre as armadilhas Pantrap e Pet, representando 51%. Na cultura do pessegueiro a similaridade foi de 47% entre a apifauna coletada nessas armadilhas (ANEXO H).

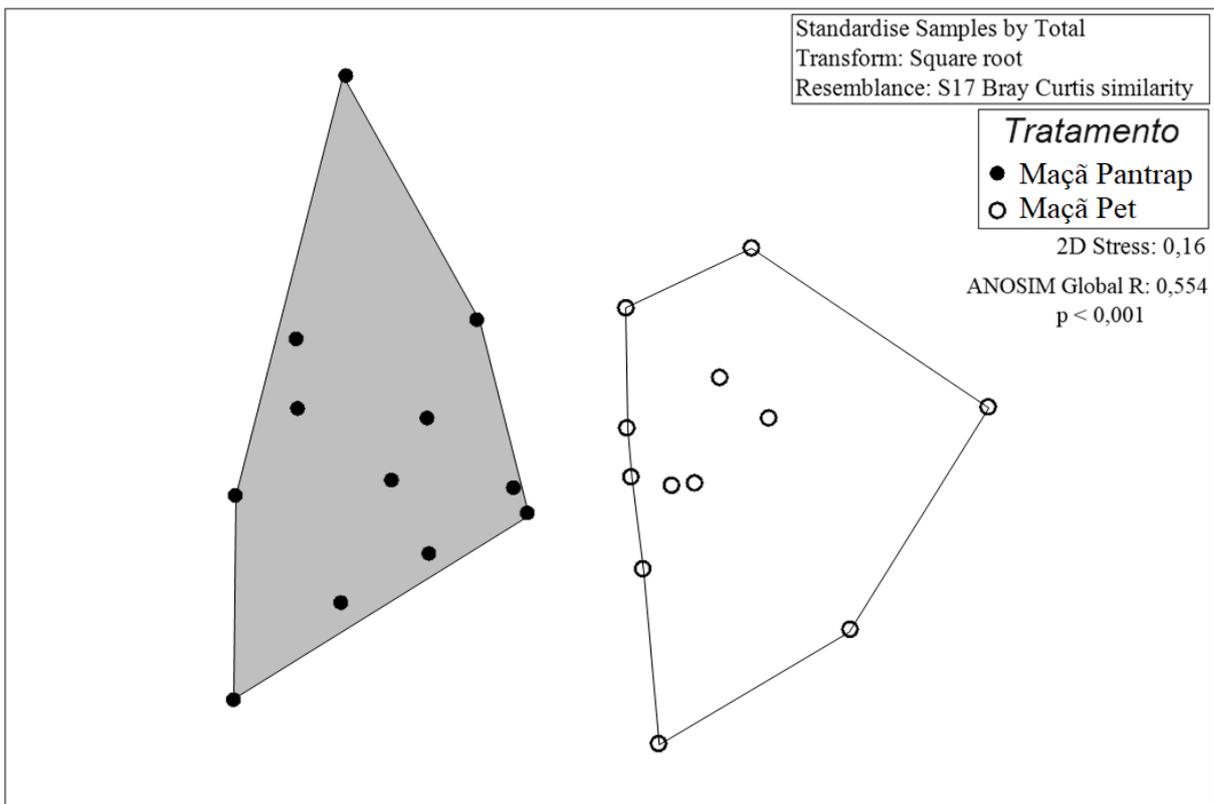
Figura 7 - Análise de Cluster (índice de similaridade de Bray-Curtis, com os valores indicados na figura) para espécies de Abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap e Pet, em pomares de maçã e pêsego. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



Fonte: Do autor (2019).

A análise de ordenação, escalonamento multidimensional não-métrico (*non-metric multidimensional scaling*/NMDS) apresentou um ajuste satisfatório (Stress=0,16) e o ANOSIM (similaridade de Bray-Curtis), confirmou que as diferenças observadas na análise NMDS foram significativas ( $R=0,554$ ;  $p = 0,0001$ ), possuindo menor similaridade entre os táxons que habitam cultura da macieira e que foram coletados pelas armadilhas Pantrap e Pet (FIGURA 8), indicando que a riqueza de abelhas nessa cultura e coletados por esses dois métodos de coleta são diferentes.

Figura 8 - Análise de similaridade NMDS e ANOSIM (com índice de similaridade de Bray-Curtis) para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap e Pet, em pomares de maçã. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.

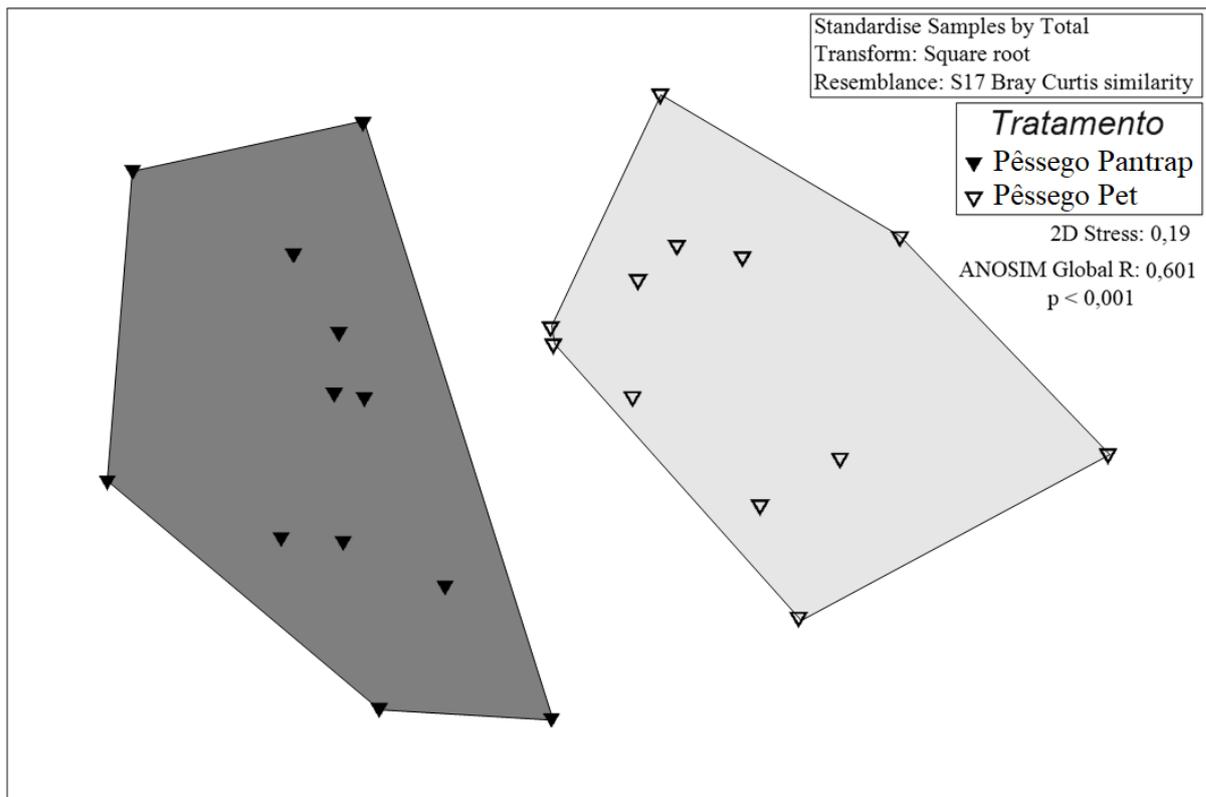


Fonte: Do autor (2019).

Na análise de ordenação, o NMDS para abelhas coletadas em armadilhas Pantrap e Pet na cultura do pessegueiro (FIGURA 9) obteve um ajuste satisfatório (Stress: 0,19), verificando desta forma uma diferença entre as coletadas por essas duas armadilhas. O que pode ser confirmado pela ANOSIM (similaridade de Bray-Curtis) ( $R= 0,601$ ,  $p = 0,0001$ )

constatando pela análise de similaridade, que a riqueza de abelhas coletadas nessas armadilhas, no pomar de pêsego é significativamente diferente.

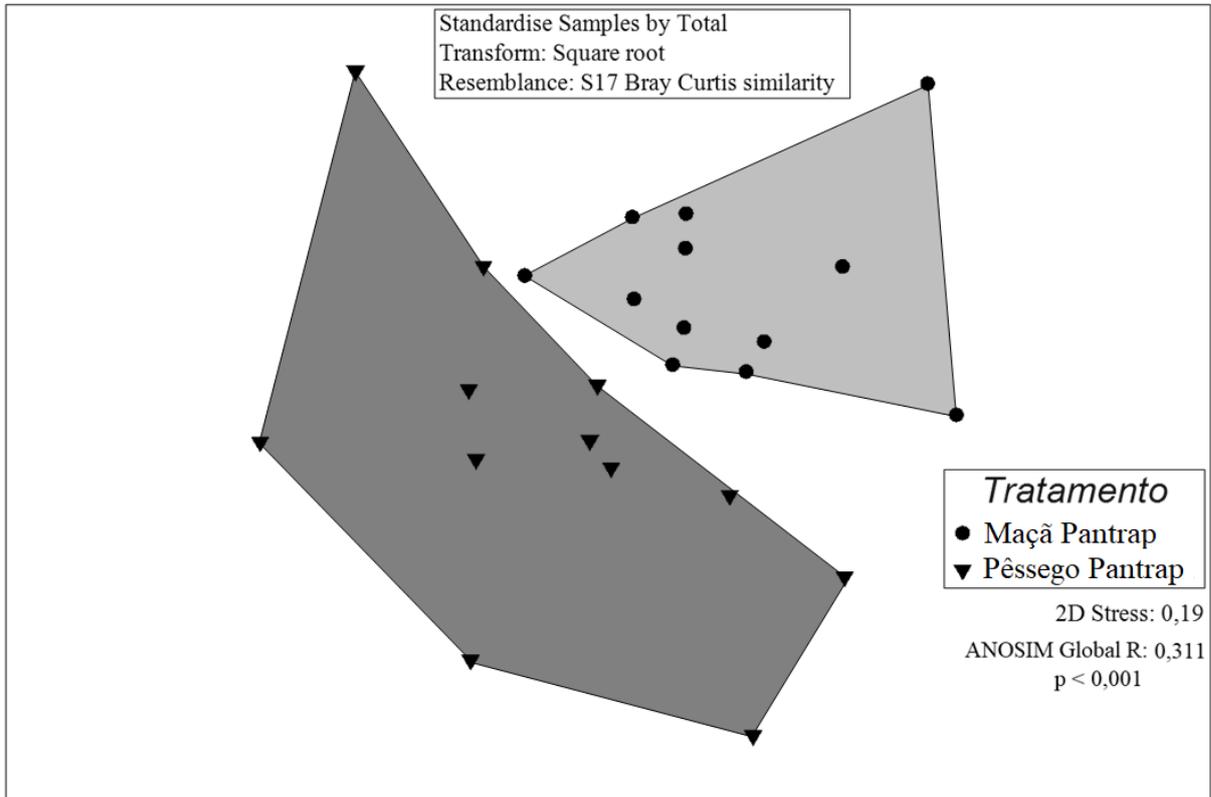
Figura 9 - Análise de similaridade NMDS e ANOSIM (com índice de similaridade de Bray-Curtis) para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap e Pet, em pomares de pêsego. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



Fonte: Do autor (2019).

Avaliando a ordenação, a NMDS verificou-se que a composição da comunidade de abelhas coletadas pela armadilha Pantrap, nos pomares de maçã e pêsego são diferentes (FIGURA 10). Os ajustes (Stress: 0,19) foram satisfatórios e essa diferença é demonstrada pela ANOSIM (com índice de similaridade de Bray-Curtis) que confirma essa diferença pelo resultado ( $R=0,311$ ;  $p = 0,0001$ ), inferindo que a riqueza entre as duas áreas são diferentes.

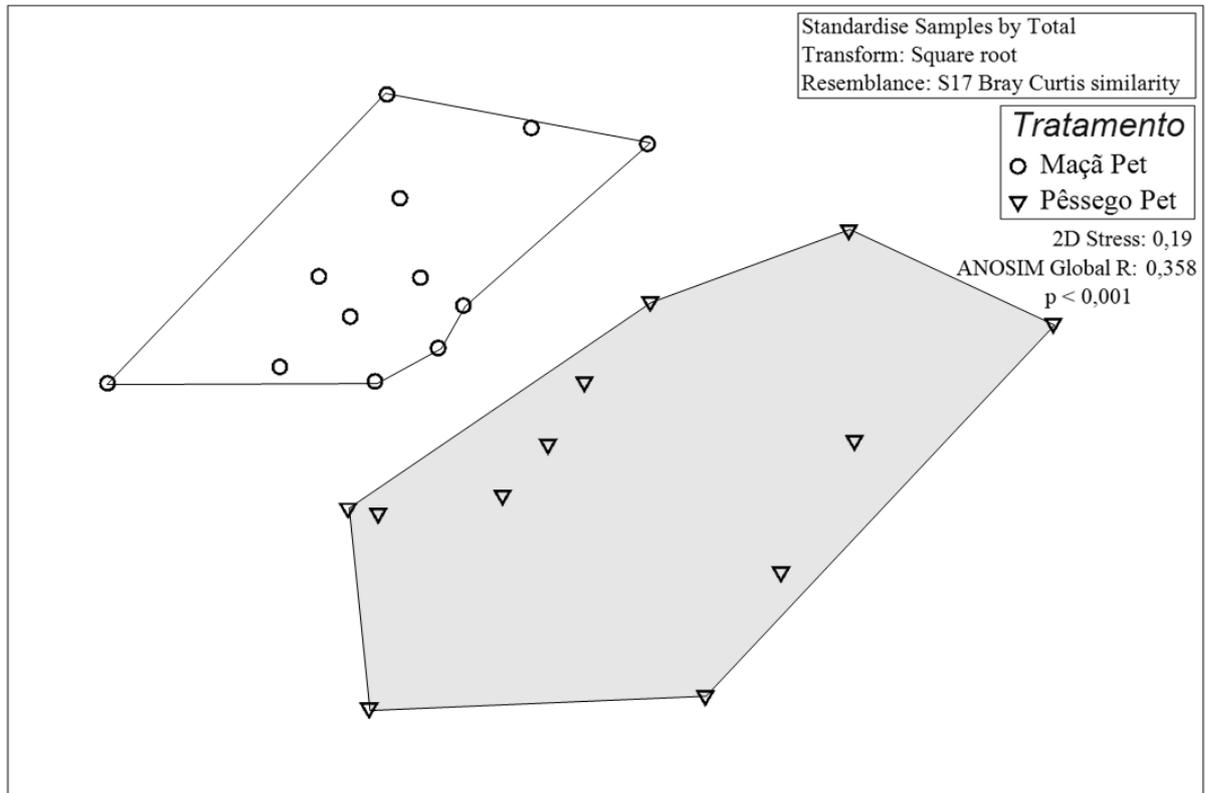
Figura 10 - Análise de similaridade NMDS e ANOSIM (com índice de similaridade de Bray-Curtis) para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap, em pomares de maçã e pêsego. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



Fonte: Do autor (2019).

Analisando o escalonamento multidimensional não-métrico, verifica-se que a armadilha Pet coleta espécies de abelhas diferentes na maçã e no pêsego. O NMDS apresenta um ajuste satisfatório (Stress: 0,19) e a diferença entre espécies que foram coletadas nessa armadilha, nas duas culturas pode ser confirmada pela ANOSIM (com índice de similaridade de Bray-Curtis) ( $p = 0,0001$ ;  $R=0,358$ ) (FIGURA 11). Esses resultados demonstram que a comunidade de abelhas presentes nas culturas da macieira e pessegueiro e coletadas pela armadilha Pet são diferentes.

Figura 11 - Análise de similaridade NMDS e ANOSIM (com índice de similaridade de Bray-Curtis) para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pet, em pomares de maçã e pêsego. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



Fonte: Do autor (2019).

### 3.2.2 Análise de dissimilaridade (SIMPER) para abelhas coletados em Pantrap e Pet em pomares de maçã e pêsego

A análise multivariada SIMPER (similaridade de porcentagens) com a medida de similaridade de distância (Bray-Curtis) demonstrou uma dissimilaridade de 58,21% entre as armadilhas Pantrap e Pet na sua média geral na cultura da macieira, enquanto que na cultura do pessegueiro essa média foi de 43,27% entre as armadilhas.

As espécies de abelhas coletadas nas armadilhas Pantrap na cultura da macieira e no pessegueiro que mais contribuíram na diferenciação entre grupos foram: *A. mellifera* (16,98%), confirmado pela abundância dessa espécie nas coletas (TABELA 1), seguida pela *T. spinipes* (7,37%) e *T. alaris* (5,33%). Já a abelha que obteve alta abundância nas coletas em

armadilhas do tipo Pet e contribuiu na dissimilaridade foi a *T. spinipes* (32,42%), seguida de *A. mellifera* (7,5%) e *Gaesischia* sp.01(4,17%).

#### 4 DISCUSSÃO

As abelhas coletadas nas armadilhas Pantrap e nas armadilhas Pet com iscas de proteína hidrolisada Bio Anastrepha®, nas culturas da macieira e no pessegueiro diferiram com relação à abundância e a riqueza de espécies. No pomar de macieira a riqueza de espécies diferiu pouco, entre as armadilhas (com  $S=75$  e  $73$  espécies, respectivamente), o mesmo verificado na cultura do pessegueiro (com  $S=71$  e  $68$  espécies, respectivamente), a abundância expressiva de abelhas na macieira foi de abelhas *A. mellifera* no Pantrap e no pessegueiro a *T. spinipes* na armadilha Pet com isca proteína hidrolisada Bio Anastrepha® (TABELA 1).

Ao analisarmos separadamente as culturas, a riqueza de espécies coletadas nas armadilhas Pantrap e Pet presentes na macieira diferem a partir do ponto de amostragem 136 (FIGURA 7). Neste ponto as curvas do coletor não se tocam mais, por causa da diferença na riqueza de espécies, representada por cada armadilha, sendo no Pantrap ( $S=75$ ) e no Pet ( $S=73$ ) táxons.

Essa diferença na comunidade de abelhas presente na cultura da macieira, capturadas por esses dois métodos de coleta, é confirmada pelo estimador de riqueza Bootstrap (ANEXO D), que na armadilha Pantrap, apresenta uma proporção de 98,68% entre a riqueza estimada e a coletada, o que demonstra resultados satisfatórios para essa armadilha. As abelhas coletadas pela armadilha do tipo Pet, também demonstraram ser eficiente, obtendo uma proporção de 98,51%, entre os táxons coletados e os estimados na macieira (ANEXO E), inferindo que esses métodos de coleta se complementam e melhoram a amplitude da amostragem.

Na cultura do pessegueiro, a riqueza de espécies (FIGURA 6) capturada pela armadilha Pantrap ( $S=71$ ) difere dos táxons que foram coletados com armadilha Pet ( $S=68$ ). A diferenciação entre os dois tipos de armadilhas ocorreu a partir do ponto de amostragem 61, em que as barras verticais no desvio-padrão já deixaram de se aproximar, mostrando que essas armadilhas são complementares para amostrar a apifauna dessa área. Essa diferença é confirmada pelo estimador de riqueza Bootstrap (ANEXO F), que estimando 72,10 espécies para as 71 espécies coletadas no Pantrap, mostra a relação entre o estimador e a curva do coletor é de 93,40%, resultado satisfatório para a utilização desse tipo de armadilha nessa

cultura. Na armadilha Pet, também se observou um resultado satisfatório, quando se utilizou esse tipo de armadilha, para amostrar a apifauna, o estimador Bootstrap (ANEXO G) estimou uma riqueza de 69,63 para 68 espécies coletadas, representando uma proporção de 91,61% entre o que foi estimado para o coletado por essa armadilha.

De maneira geral, a espécie exótica *A. mellifera* foi expressiva nas coletas, com o Pantrap e a *T. spinipes* na armadilha Pet com iscas proteínicas. As abelhas requerem proteínas, para prover a colônia, principalmente às fases jovens, podendo fazer uso dessa fonte de recurso em substituição ao pólen, fonte de proteínas e vitaminas (BAWA, 1990; BOGDANOV, 2004; FREE, 1993).

A solução de proteína hidrolisada Bio Anastrepha<sup>®</sup>, diluída em água (5% v/v) não foi muito atrativa para as abelhas *A. mellifera*, que preferiram buscar essa fonte de recursos nos pólenes das flores, que já satisfazem suas necessidades nutricionais. No trabalho de Mazor et al. (2003) sobre a falta de atratividade de três iscas proteínicas comerciais de moscas de fruta para abelhas, observaram essa mesma preferência, em que essa espécie preferia água pura ao invés das iscas proteínicas.

Porém, observamos ao realizar o levantamento de abelhas, utilizando armadilhas Pet com iscas proteínicas, que esse tipo de isca foi eficiente, não apenas para moscas-das-frutas e na coleta de abelhas nativas *T. spinipes*, como relatado por Villar (2010), mas também para outras ordens de insetos, presumindo que esse tipo de armadilha contribua com dados relevantes sobre a apifauna de uma região. As armadilhas Pantrap são empregadas em inventários da comunidade de abelhas (GONÇALVES; BRANDÃO, 2008). Krug e Alves-dos-Santos (2008), observaram que esse método de coleta o Pantrap, foi eficiente na amostragem da comunidade de abelhas. O mesmo foi relatado por Dec e Da Silva Mougá (2017), em sua pesquisa sobre a diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae), em área de Mata Atlântica em Joinville, Santa Catarina, onde obteve bons resultados com 57,5% das abelhas amostradas com uso dessa técnica.

Nessa pesquisa pioneira na região de Maria da Fé, Sul de Minas Gerais, sobre a apifauna em frutíferas, observou-se que a abundância expressiva de abelhas coletadas na armadilha Pet, nas culturas da macieira e no pessegueiro, diz respeito principalmente à espécie *T. spinipes*. Essa espécie é comum na região e com uma população significativa, sendo atraídas pelas iscas proteínicas utilizadas. Outro ponto observado nesse trabalho, foi que a isca com solução de proteína hidrolisada Bio Anastrepha<sup>®</sup>, atraem também de forma

eficiente abelhas de outras espécies (TABELA 1). Por exemplo, um levantamento da fauna de abelhas realizado no Município de Monte Carmelo, em Minas Gerais, constatou que iscas atrativas são eficientes para atrair a abelha, entre elas *T. spinipes* e *T. angustula* (PEREIRA; SOUSA, 2015). Sabe-se que a isca com solução de proteína hidrolisada Bio Anastrepha<sup>®</sup> é utilizada para atrair moscas-das-frutas, porém, verificou-se que atraem outros insetos e abelhas, por exemplo, as do gênero *Trigona* e principalmente da espécie *T. spinipes*, sendo eficiente na atratividade dessa abelha, quando são utilizadas iscas com esse tipo de substância (VILLAR, 2010).

Utilizando a armadilha de cor amarela (Pantrap), a abundância da apifauna em macieira e no pessegueiro, é representada principalmente por duas tribos: Apini e Augochlorini (TABELA 1), com predominância da espécie *A. mellifera*. No trabalho de Krug e Alves-dos-Santos (2008) a abelha *A. mellifera* também foi coletada de forma significativa, nesse tipo de armadilha.

No Brasil, a introdução de abelhas nos pomares de frutíferas tem sido realizada principalmente no sul do país, onde é realizado o manejo de colmeias de *A. mellifera* para a polinização em pomares de macieira (FREITAS; NUNES-SILVA, 2012; NUNES-SILVA et al., 2016). Nesta pesquisa, observamos que abelhas nativas também podem ser potenciais polinizadores nessa cultura. E quanto mais saturadas estiverem as culturas com a presença de abelhas, mais eficiente será o processo de polinização e conseqüentemente o sucesso da frutificação (FREE, 1993).

Realizando um ordenamento da apifauna que foram coletadas nas culturas de macieira e pessegueiro em Maria da Fé/MG, obteve-se: Halictidae > Apidae > Megachilidae > Andrenidae. Ordenação similar pode ser encontrada no trabalho de Krug; Alves-dos-Santos (2008), porém, encontraram além dessas famílias, a Colletidae, grupo não capturado pelas armadilhas utilizadas na atual pesquisa. Contudo, essa espécie de abelha não foi observada visitando as flores dessas duas culturas. Gruchowski-W et al. (2011) verificaram a formação de um padrão diferente na distribuição de riqueza de abelhas, representadas pelas famílias em relação ao número de indivíduos, sendo Apidae > Halictidae > Megachilidae.

Com relação à riqueza (S) média de espécies amostradas com o uso de duas técnicas de coletas, nas culturas de macieira e pessegueiro, nas armadilhas Pantrap e Pet da atual pesquisa, não se observou diferença significativa de abelhas retidas nas armadilhas, conforme constatado pelos dados estatísticos (TABELA 2). Contudo é importante ressaltar que na atual

pesquisa as armadilhas utilizadas coletaram espécies diferentes, demonstrando que ambas se complementam para amostrar a riqueza de espécies nessas áreas de cultura. No trabalho de Dec e Da Silva Mouga (2017) a maioria das abelhas retidas nas amostras foi utilizando pratos-armadilha de cor amarela, atraindo principalmente os gêneros *Dialictus*, *Augochlora*, *Ceratina* e *Ptilocleptis*.

O índice de diversidade Shannon (H') médio de abelhas alcançadas nesse estudo, na cultura da macieira e no pessegueiro, nas armadilhas Pantrap e no Pet (TABELA 2) não foi significativo pelo teste F (com  $p < 0,05$ ), nas armadilhas entre as culturas. Mas, são índices próximos aos obtidos em estudos realizados em Mata Atlântica (KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008) e em floresta de Araucária (DEC; DA SILVA MOUGA, 2017) e maiores que os relatados por Nascimento et al. (2011) em trabalho sobre a diversidade de abelhas visitantes das flores de citros.

A eficiência do número de coletas totais, nas culturas da macieira e no pessegueiro, para as armadilhas Pantrap e Pet, fundamentada pelo número de espécimes e dos táxons por coleta e representada pela curva de rarefação de Coleman, mostrou-se satisfatória para amostrar riqueza de espécies das culturas estudadas, pela estabilização da curva alcançada que não muda a riqueza acumulada de espécies abelhas, a partir da amostra acumulada 91 (FIGURA 3), apesar da riqueza de espécies terem sido maior na macieira do que a observada no pessegueiro.

A análise multivariada SIMPER (similaridade de porcentagens) mostrou que os taxa que apresentam a maior contribuição na diferenciação entre grupos amostrados nas armadilhas Pantrap, nas culturas da macieira e pessegueiro, foi à abelha exótica *A. mellifera*, enquanto que na armadilha Pet, a abelha que contribuiu para essa dissimilaridade, foi a *T. spinipes*. Desta forma, é plausível dizer que essas espécies formam populações expressivas e a abelha *A. mellifera* foi atraída pelo Pantrap, devido a sua cor amarela, como já observado em outros trabalhos (DEC; DA SILVA MOUGA, 2017; GONÇALVES; BRANDÃO, 2008; KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008), não sendo para essa espécie atrativa armadilhas com proteína hidrolisada Bio Anastrepha<sup>®</sup>, diferente da preferência por esse tipo de isca, pela abelha nativa *T. spinipes* (VILLAR, 2010).

A utilização de mais de um tipo de armadilha, como verificamos nessa pesquisa, melhora a amostragem de abelhas, sendo elas complementares contribuindo para o

entendimento sobre a composição da apifauna de determinada localidade (DEC; DA SILVA MOUGA, 2017; GONÇALVES; BRANDÃO, 2008; KRUG; ALVES-DOS-SANTOS, 2008).

Em relação à biodiversidade da apifauna encontrada na presente pesquisa, podemos observar que há grande influência da permanência de vegetação espontânea com potencial apícola, em períodos que antecedem a floração nas culturas da macieira e do pessegueiro. Nessa situação, pode-se inferir que a permanência das abelhas nessas áreas garantem alimento para que elas possam prover a colônia, com fontes de proteína variadas e assim no período de floração das culturas, elas realizam uma eficiente polinização nas culturas das frutíferas, que por sua vez, tenderão a produzir frutos em maior quantidade e melhor qualidade.

## 5 CONCLUSÕES

A região de Maria da Fé, onde estão às culturas de macieira e pessegueiro, na Estação Experimental da EPAMIG é rica e abundante em espécies abelhas.

As armadilhas Pantrap e Pet são complementares, para amostrar a abundância e a riqueza da apifauna, presente nas culturas da macieira e pessegueiro.

A abelha *A. mellifera* foi o principal inseto visitante na macieira, seguidos das abelhas nativas *T. spinipes*, onde ambas contribuem de forma positiva na polinização, na cultura da macieira.

No pessegueiro, os visitantes florais mais expressivos, foram as abelhas nativas *T. spinipes*, seguido da abelha *A. mellifera*. As duas espécies de abelhas são dominantes nessa cultura.

Assim, como as abelhas *A. mellifera*, a espécie *T. spinipes* também deve ser considerada na polinização de culturas de macieira e pessegueiro.

## REFERÊNCIAS

- BALVANERA, P. Conserving Biodiversity and Ecosystem Services. **Science**, v. 291, n. 5511, p. 2047–2047, 16 mar. 2001.
- BAUMGRATZ, J. F. A.; SILVA, N. M. F. DA. Ecologia da polinização e biologia da reprodução de *Miconia stenostachya* DC (Melastomataceae). **Rodriguesia**, v. 38–40, n. 64–66, p. 11–23, 1986.
- BAWA, K. S. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, n. 1, p. 399–422, 1 nov. 1990.
- BOGDANOV, S. Quality and standards of pollen and beeswax. **APIACTA**, v. 38, p. 334–341, 1 jan. 2004.
- CAMPBELL, A. J. et al. Do sown flower strips boost wild pollinator abundance and pollination services in a spring-flowering crop? A case study from UK cider apple orchards. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 239, p. 20–29, fev. 2017.
- COLWELL, R. K. 2013. **EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- CLARKE, KR, GORLEY, RN, 2006. **PRIMER v6: User Manual/Tutorial**. PRIMER-E, Plymouth.
- DAILY, G. C. **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997.
- DEC, E.; DA SILVA MOUGA, D. M. D. Diversidade de abelhas (Hymenoptera: Apidae) em área de mata atlântica em Joinville, Santa Catarina. **Acta Biológica Catarinense**, v. 1, n. 2, p. 15–27, 2017.
- DELAPLANE, K. S.; MAYER, D. F. **Crop Pollination by Bees**. Wallingford: CABI, 2000. v. 99
- FREE, J. B. **Insect pollination of crops**. London: Academic Press, 1993.
- FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. IN: IMPERATRIZ-FONSECA, V.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. In: **Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Edusp, 2012. p. 103–118.
- GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810–821, 2009.
- GIANNINI, T. C. et al. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 209–223, 18 mar. 2014.
- GONÇALVES, R. B.; BRANDÃO, C. R. F. Diversidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae) ao longo de um gradiente latitudinal na Mata Atlântica. **Biota Neotrop. Out./Dez**, v. 8, n. 4, 2008.

GRUCHOWSKI-W, F. C. et al. Inventário da Fauna de Abelhas (Hymenoptera: Apóidea) com a Utilização de Armadilha Atrativa e Interceptadora de Vôo em Flora Tipica Sul Paranaense. **Biodiversidade Pampeana**, v. 8, n. 1, p. 25–31, 2011.

HAMMER, Ø, HARPER, DAT & RYAN, PD 2001. PAST: Pacote de Software de Estatísticas Paleontológicas para Educação e Análise de Dados. **Palaeontologia Electronica** 4 : 1–9. Disponível em: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) (acessado em 13 de maio de 2019).

HOFFMANN, M. **Estrutura e Importância de uma Comunidade de Abelhas (Hymenoptera: Abelhas) no Rio Grande do Sul, para a Polinização de Plantas Cultivadas**. [s.l.] Universidade Federal do Paraná, 1990.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. **Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização**. Disponível em: <[http://files.cesaiifce.webnode.com.br/200000020-bd221be1bb/Serviços aos ecossistemas, com ênfase nos polinizadores e polinização.pdf](http://files.cesaiifce.webnode.com.br/200000020-bd221be1bb/Serviços%20aos%20ecossistemas,%20com%20ênfase%20nos%20polinizadores%20e%20polinização.pdf)>. Acesso em: 4 nov. 2018.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotrop.**, v. 10, n. 4, p. 2–5, 2010.

KERR, W. E., CARVALHO, G. A.; NASCIMENTO, V. A. **Abelha Uruçu: Biologia, Manejo e Conservação**. Belo Horizonte–MG: Ed. Fundação Acangaú, 1996.

KEVAN, P. G.; BAKER, H. G. Insects as Flower Visitors and Pollinators. **Annual Review of Entomology**, v. 28, n. 1, p. 407–453, 1 jan. 1983.

KIST, B. B. ET AL. Anuário brasileiro da maçã. **Editora Gazeta Santa Cruz**, p. 54, 2016.

KREMEN, C. et al. The area requirements of an ecosystem service: crop pollination by native bee communities in California. **Ecology Letters**, v. 7, n. 11, p. 1109–1119, 22 set. 2004.

KRUG, C.; ALVES-DOS-SANTOS, I. O uso de diferentes métodos para amostragem da fauna de abelhas (Hymenoptera: Abelhas), um estudo em floresta ombrófila mista em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 3, p. 265–278, jun. 2008.

KVITSCHAL, M. V. et al. Identificação de polinizadoras para a cultivar de macieira Daiane. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 9–14, 2013.

MAYER, N. A.; FRANZON, R. C.; RASEIRA, M. DO C. B. **Pêssego, nectarina e ameixa : o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

MAZOR, M. et al. Unattractiveness of three commercial proteinaceous fruit fly baits to honey bees. **Crop Protection**, v. 22, n. 7, p. 995–997, ago. 2003.

MOTA, M. O. S. DA; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização entomófila em pessegueiro (*Prunus persica* L.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, n. 3, p. 124–128, 2002.

NASCIMENTO, E. T. DO et al. Diversidade de abelhas visitantes das flores de Citrus em pomares de laranja e tangerineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 111–117, 2011.

NUNES-SILVA, P. et al. Visitantes Florais e Potenciais Polinizadores da Cultura da Macieira. **Comunicado 184 Técnico**, p. 1–16, abr. 2016.

OLIVEIRA-REBOUÇAS, P.; GIMENES, M. Abelhas (Abelhas) visitantes de flores de *Comolia ovalifolia* DC Triana (Melastomataceae) em uma área de restinga na Bahia. **Neotropical Entomology**, v. 33, n. 3, p. 315–320, 2005.

OLIVEIRA, D. L. et al. Características físico-químicas de cultivares de macieiras pouco exigentes em frio. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 284–287, 2014.

PARK, M. et al. The role of native bees in apple pollination. **New York Fruit Quarterly**, v. 18, n. 1, p. 21–25, 2010.

PEREIRA, S. A. N.; SOUSA, C. S. Levantamento da fauna de abelhas no Município de Monte Carmelo-MG. **Getec**, v. 04, n. 07, p. 11–24, 2015.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345–353, 1 jun. 2010.

RADER, R. et al. Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 1, p. 146–151, 5 jan. 2016.

RAMOS, J. D. **Polinização Entomófila Em Pomares Comerciais De Maçã Na Região Sul Do Brasil**. [s.l.] Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2016.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. Abelhas brasileiras: Sistemática e Identificação. . 2002, p. 253.

SIQUEIRA, K. M. M. DE et al. Ecologia da polinização do maracujá-amarelo, na região do vale do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 1–12, 2009.

STATSOFT, INC. (2004). **STATISTICA** (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

TAURA, H. M.; LAROCCA, S. Biologia da Polinização: interações entre as abelhas (Hym., Abelhas) e as flores de *Vassobia breviflora* (Solanaceae). **Acta Biológica Paranaense**, v. 33, p. 143–162, 2014.

VIANA, B. F. et al. **Plano de manejo para polinização de macieiras da variedade Eva**. Rio de Janeiro: Funbio, 2015, 56 p.

VILLAR, L. Atrativos alimentares na flutuação populacional de moscas-das-frutas e abelha irapuá. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, p. 67–73, 1 jan. 2010.

WOLOWSKI, M. et al. **Sumário para tomador de decisão: 1º Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. São Paulo: Campinas, [s.n]., 2018.

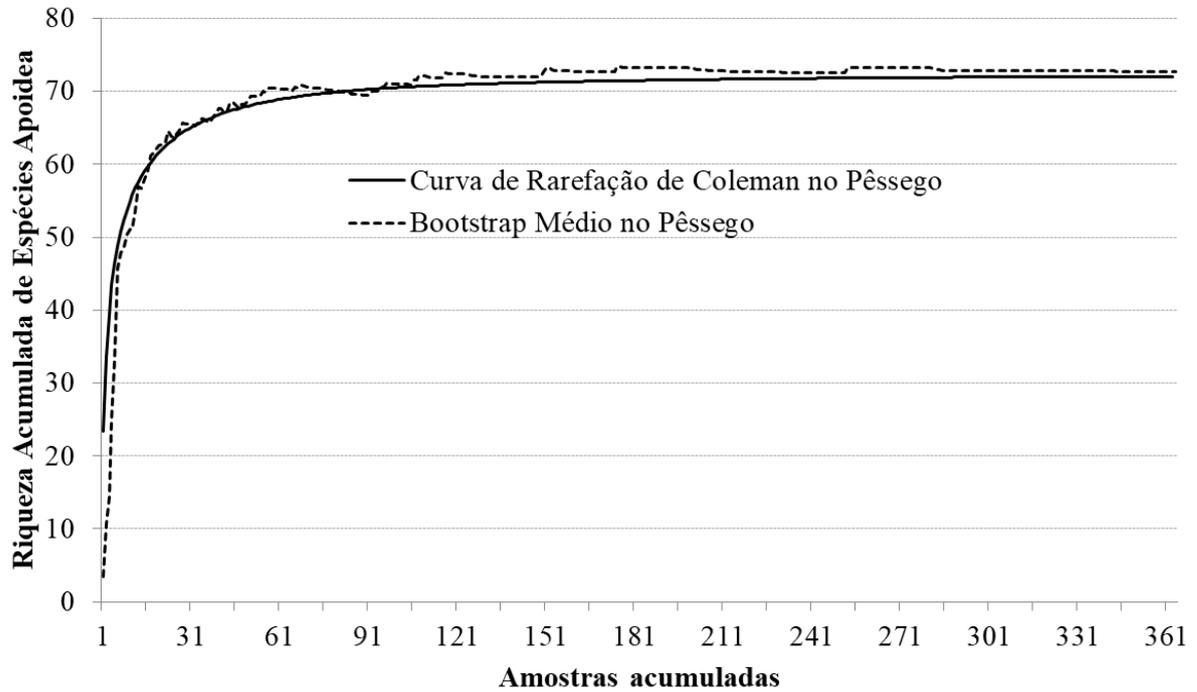
**ANEXO A - controle fitossanitário e tratamentos realizados na macieira cultivar “eva” e pessegueiro ao longo de cada ano.**

Mês	Adubação	Adubo foliar	Fungicida/outras elementos	Inseticida
Janeiro		Fitofós K Plus 150 ml / 100 l Cálcio 50 g / 100 l Mg 1 Kg / 100 l	Orthocid 240 g / 100 l Dithane nt 200 g / 100 l	Sumithion CE 150 ou 200 ml/100 l
Fevereiro			Dithane nt 200 g / 100 l Orthocid 240 g / 100 l	
Março			Orthocid 240 g / 100 l Dithane nt 200 g / 100 l	
Abril	Super Simples 330g / planta KCl 200g / planta		Dithane nt 200 g / 100 l Orthocid 240 g / 100 l	
Maio			Cuprocarb 250 g / 100 l	
Junho			Cuprocarb 250 g / 100 l	
Julho	Super fosfato Triplo 42 g / planta Super N ou Uréia 24 g / planta	Zinco quelatizado 400 ml / 100 l	Calda sulfocálcica 4 kg / 100 l Mythos 100 ml / 100 l Dormex 1 litro / 100 l	Triona 1,5 l / 100 l ou Assist 2 l / 100 l
Agosto		Zinco quelatizado 400 ml / 100 l	Cercobin 70 g / 100 l Stroby 20 ml / 100 l Fungiscan 70 g / 100 l ou Fungiscan SC 100 ml / 100 l Dithane 200 g / 100 ml Orthocid 240 g / 100 l	

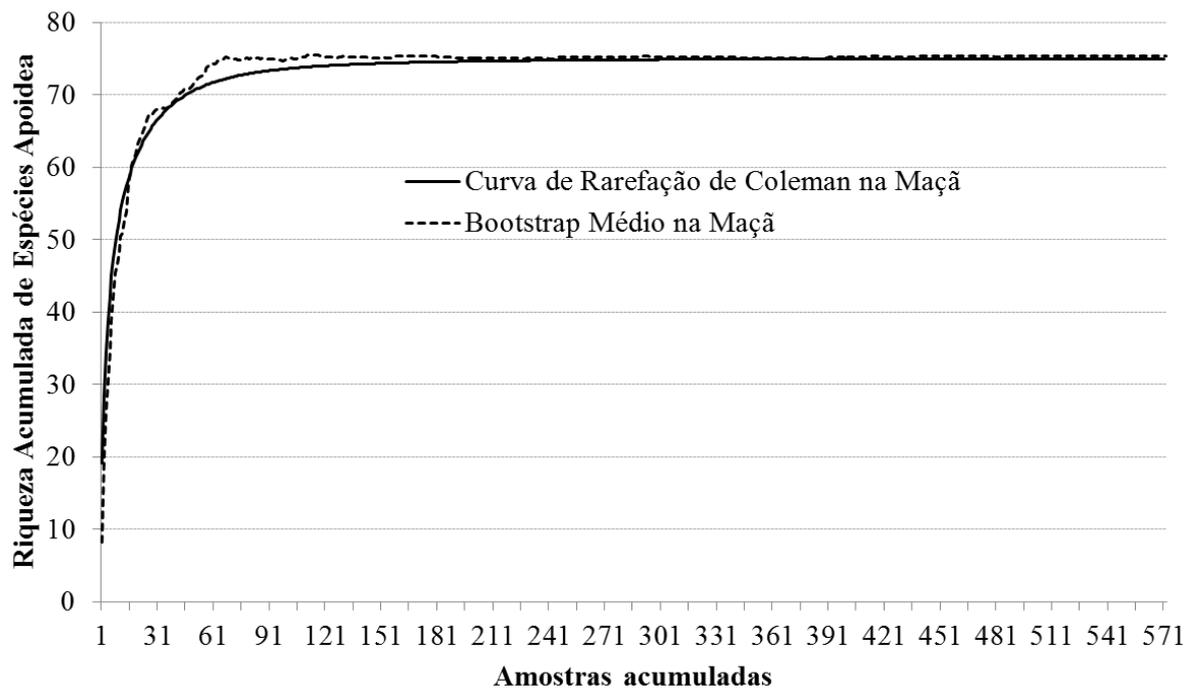
## ANEXO A - Continuação

Setembro	Ureia 100 g / planta	Fitofós K Plus 150ml / 100 l Cálcio quelatizado 400 ml /100 l Boro quelatizado 20 g / 100 l	Dithane 200 g / 100 ml Orthocid 340 g / 100 l Fungiscan 70 g / 100 l ou Fungiscan SC 100 ml / 100 l	Suprathion 100ml/100 l Vertimec 85 ml/100l
Outubro	Ureia 150 g / planta	Cálcio quelatizado 400 ml / 100 l Fitofós K Plus 150 ml / 100 l	Orthocid 340 g /100 l Dithane 300 g / 100 ml	Vertimec 85 ml / 100 l Sumithion CE 150 200 ml /100 l
Novembro		Zinco quelatizado 400 ml / 100 l Cálcio quelatizado 500 ml / 100 l Sulfato de magnésio 1 kg / 100 l	Orthocid 340 g / 100 l Dithane 300 g / 100 ml	Suprathion 100 ml / 100 l
Dezembro	2º ano-150g de NH <sub>4</sub> /cova 2º ano-100g Kcl/cova	Zinco quelatizado 400 ml /100 l Cálcio quelatizado 400 ml /100 l Fitofós KPlus 150 ml /100 l Sulfato de magnésio 1 kg / 100 l	Orthocid 340 g /100 l Dithane 300 g / 100 ml	Vertimec 85 m l/ 100 l

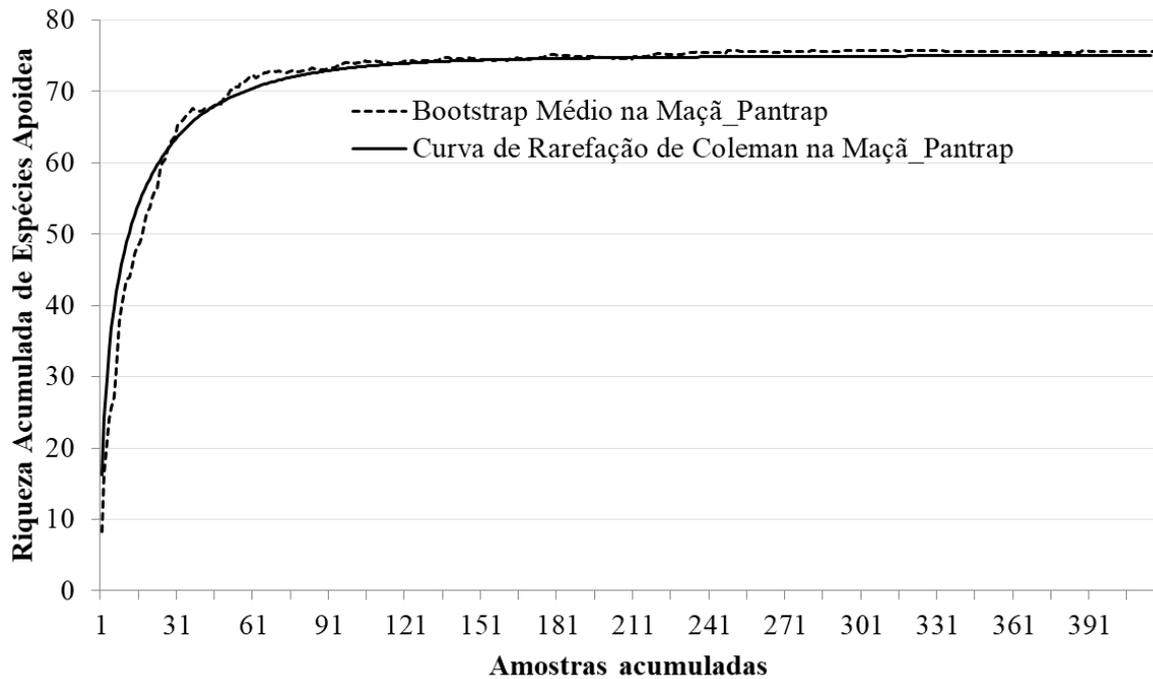
**ANEXO B** – Curva de rarefação de Coleman, estimador de riqueza Bootstrap para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo pantrap e Pet, no pomar de pêssego na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



**ANEXO C** - Curva de rarefação de Coleman, estimador de riqueza Bootstrap para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo pantrap e Pet, no pomar de maçã na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.

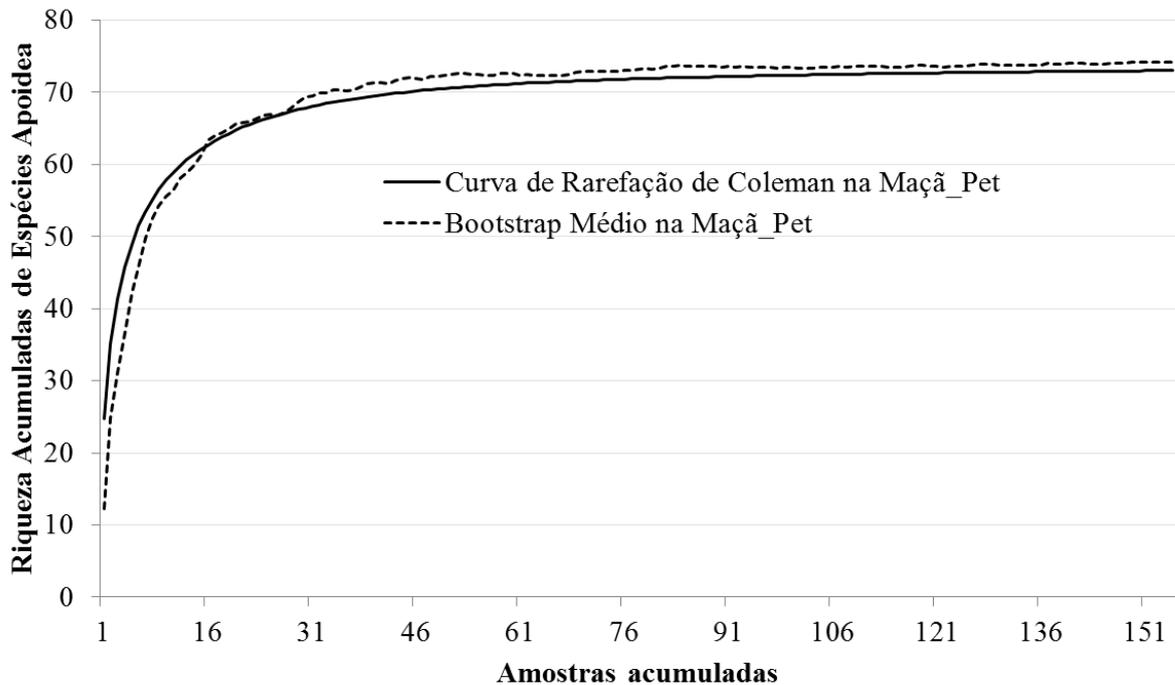


**ANEXO D** - Curva de rarefação de Coleman, estimador de riqueza Bootstrap para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap, no pomar de maçã. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



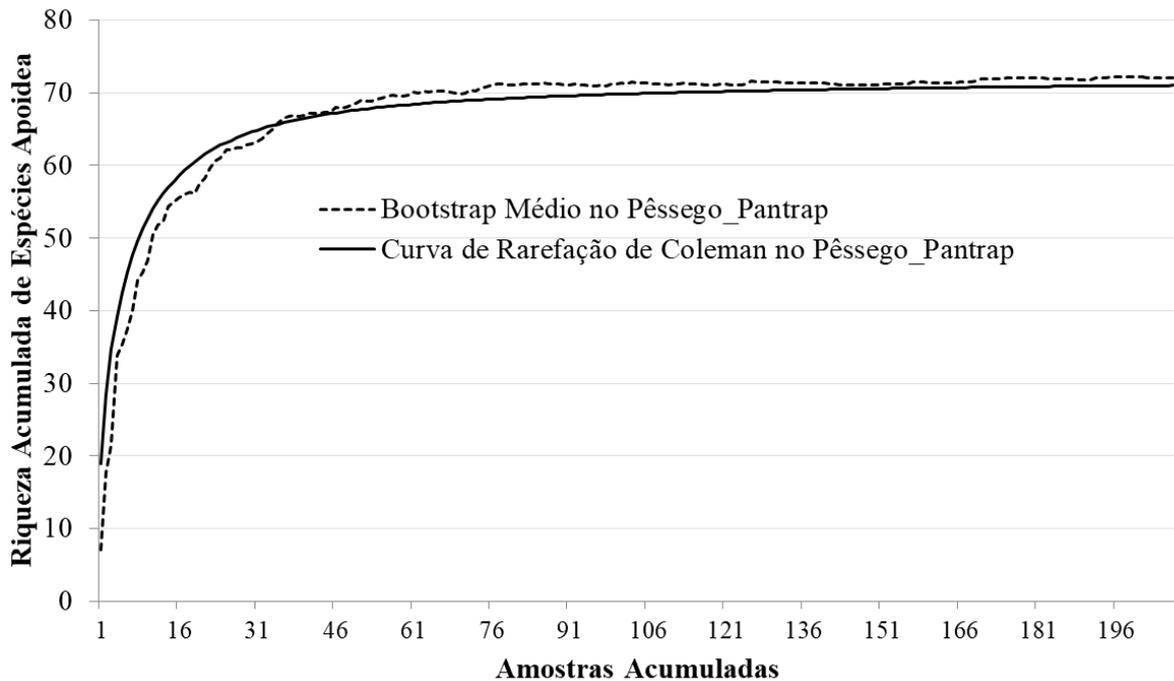
Fonte: Do autor (2019).

**ANEXO E** - Curva de rarefação de Coleman, estimador de riqueza Bootstrap para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pet, no pomar de maçã. Estação Experimental da EPAMIG, Maria da Fé, MG, maio de 2016 a maio de 2018.



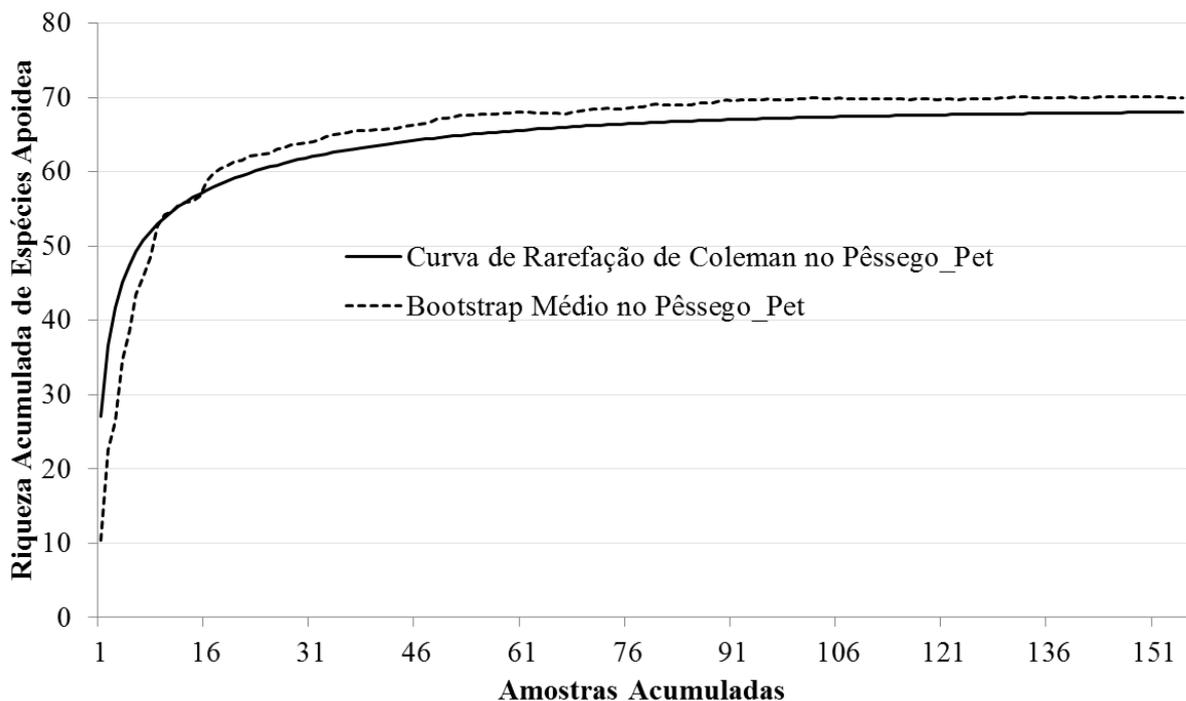
Fonte: Do autor (2019).

**ANEXO F** - Curva de rarefação de Coleman, estimador de riqueza Bootstrap para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pantrap, no pomar de pêssego. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



Fonte: Do autor (2019).

**ANEXO G** - Curva de rarefação de Coleman, estimador de riqueza Bootstrap para espécies de abelhas coletadas em armadilhas do tipo Pet, no pomar de pêssego. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.



Fonte: Do autor (2019).

**ANEXO H** - Medidas de similaridade de distância por Bray-Curtis para espécies de abelhas coletadas entre as armadilhas Pantrap e pet em pomar de pêssego e maçã. Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, maio/2016 a maio/2018.

	Pantrap/Maçã	Pet/Maçã	Pantrap/Pêssego	Pet/Pêssego
Pantrap/Maçã	1	0,51221	0,64255	0,45562
Pet/Maçã	0,51221	1	0,45827	0,88669
Pantrap/Pêssego	0,64255	0,45827	1	0,47834
Pet/Pêssego	0,45562	0,88669	0,47834	1

Fonte: Do autor (2019).

### **CAPÍTULO 3 POLINIZAÇÃO POR ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM ATRIBUTOS QUALITATIVOS DE MAÇÃ PÊSSEGO E AMEIXA**

#### **RESUMO**

O Brasil nas últimas décadas alcançou uma posição de destaque se tornando o terceiro produtor mundial de frutos. Apesar disso, o país ainda enfrenta vários desafios, na seleção de variedades adaptadas às condições edafoclimáticas do território brasileiro e no desenvolvimento de boas técnicas, que impacto menos sobre os polinizadores. A importância da polinização não é apenas vinculada com o aumento da produção de frutos e sementes, uma vez que há a polinização cruzada, melhora as características físico-químicas desses alimentos. A falta de estudos que visam avaliar o papel dos polinizadores na produção de frutos comercializados, dificulta à tomada de decisões que visam melhorar a produção, de forma quantitativa e qualitativa. Assim, esse trabalho teve por objetivo avaliar as características físico-químicas da maçã cv. Eva, pêsego cv. Eldorado e ameixa cv. Reubennel produzidas através de diferentes tratamentos nas áreas de cultivo da Estação Experimental da EPAMIG no município de Maria da Fé, MG. Para isso foram avaliados os atributos: massa, diâmetros dos frutos, teores de acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e a relação dos sólidos solúveis com a acidez titulável (SS/AT). Houve diferença significativa nas características físico-químicas, entre frutos oriundos de flores polinizadas, para as que permaneceram protegidas de agentes polinizadores. De forma geral, observou-se um aumento na sua massa, diâmetro, SS e na relação SS/AT melhorando suas características sensoriais, acidez, sabor e a doçura desses frutos nas três culturas. A polinização realizada em frutíferas climatéricas maçã, pêsego e ameixa, melhoram não apenas a produtividade como também a qualidade.

**Palavras-chave:** Serviços ecossistêmicos, Produção de frutos, Abelhas, Manejo.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil nos últimos anos vem se destacando na produção mundial de frutos e tornou-se, o terceiro maior produtor mundial de frutos, atrás apenas da China e da Índia. Apesar dessa posição de destaque, o país ainda enfrenta vários desafios, como a seleção de variedades adaptadas às condições climáticas que ocorrem em várias regiões. Contudo, com o avanço e o desenvolvimento de técnicas de cultivo de frutíferas de clima temperado, a sua produção anual tem girando em torno de 40 milhões toneladas (De MELLO, 2006; KIST et al., 2018).

Entre as frutíferas cultivadas no Brasil, a produção comercial de macieira (*Malus domestica* Borkh) ocupa o décimo primeiro lugar na produção mundial (FAO, 2010). No ano de 2018 obteve-se uma produtividade de mais de 1 milhão de toneladas, ocupando a quinta posição na produção brasileira de frutas frescas, porém produzindo frutas de pequeno tamanho devido aos desafios encontrados nessa cultura ( KIST et al., 2018).

A produção de maçã brasileira se estabeleceu no Sul do país, nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná (De MELLO, 2006). Nessas localidades são cultivadas varias mutações clonais, advindas de apenas duas cultivares a Gala e a Fuji, que representam 90% dessa produção, estabelecidas em regiões de grandes altitudes no sul do país (BERNARDI et al., 2004) e que exigem maiores horas em frio para sair da dormência e entrar em antese (PETRI, PALLADINI, POLA, 2006). No Estado de Minas Gerais a cultivar Eva, que se originou do cruzamento entre as cultivares Anna e Gala (IAPAR, 2019), possui o atributo de ser menos exigente em frio, tornando-se a principal espécie cultivada, demandando 350 horas abaixo de 7,2 graus. A cultivar Gala que necessita de invernos hibernais com 900 horas abaixo de 7,2 graus é mais exigente quando comparado a Eva. De acordo com essas observações, a cultivar Eva apresenta características adaptadas ao microclimas típicos da região da Serra da Mantiqueira (ALVARENGA; OLIVEIRA e GONÇALVES 2013; OLIVEIRA 2011, 2014; IAPAR, 2019).

Minas Gerais possui características edafoclimáticas propicias a produção da macieira cv. Eva, assim, como da cultura do pessegueiro *Prunus persica* (L.) Batsch, cv. Eldorado, que se encontra em expansão no estado (SILVA et al., 2013). Essa planta de origem chinesa, de clima temperado, se adaptou bem as condições climáticas dessa região (RASEIRA e NAKASU, 2002), sendo cultivada também em outras regiões do país como no Sul e em São Paulo e Bahia. Por ser pouco exigente em frio, sua adaptação a essas regiões é favorecida (SEGANTINI, 2010).

A cultura de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.) cv. Reubennel, conhecida como ameixa-japonesa é pouco exigente em frio, de origem do Extremo Oriente e está adaptada ao clima temperado da região. Em 2017 foi à vigésima terceira fruta mais exportada gerando uma receita de US\$ 10.848 com mais de uma tonelada e meia de frutos exportados, mostrando ser uma fruta apreciada e procurada para exportação, apresentando grande potencial de crescimento tendo em vista as condições climáticas favoráveis e inovações tecnológicas na produção (KIST, 2018).

Essas espécies da família Rosaceae, possuem graus diferentes de dependência de polinizadores (KEVAN e IMPERATRIZ-FONSECA, 2002; RICKET et al., 2008; GIANNINI et al, 2015). No trabalho de Giannini et al, (2015) sobre a dependência das culturas por polinizadores e o seu valor econômico no Brasil, verificou-se que a macieira possui uma dependência essencial enquanto que o pessegueiro e a ameixeira uma dependência grande de polinizadores, para que possam garantir a fecundação dos óvulos e a formação dos frutos.

A polinização auxilia no processo de fecundação cruzada melhorando a variabilidade genética, a formação dos frutos, sementes (GIANNINI et al., 2015) e conseqüentemente o aumento na produção de alimentos e na manutenção da biodiversidade vegetal (CONSTANZA et al., 1997). Os polinizadores podem ser mamíferos, como os morcegos e roedores, pássaros ou insetos (BAWA et al., 2005; GRESSLER, PIZO e MORELLATO, 2007). Entre os insetos, as abelhas são as possuidoras de atributos que as qualificam como insetos mais eficazes nesse serviço ecossistêmicos (KLEIN et al., 2007).

As abelhas são eficientes polinizadoras em diversas culturas (NEELENDRA K. J. et al., 2015) promovendo uma importante interação mutualista entre inseto-planta em que ambos são beneficiados (COUTO e COUTO 2002). É um grupo diverso com mais 20.000 espécies descritas (MICHENER, 2007), com estreita relação com as plantas, garantindo um aspecto qualitativo na manutenção da diversidade vegetal, provendo alimentos a toda uma cadeia alimentar que dela depende, como o homem e outros animais (BUCHMANN et al., 1996; MICHENER, 2007).

As abelhas nativas e a exótica *Apis mellifera* Linnaeus, 1758, são essenciais polinizadoras na agricultura, prestam esse serviço quando buscam recursos alimentícios para prover a colônia com o néctar, pólen e até mesmo resinas para a produção de própolis. Esse atributo faz com que as abelhas, contribuam em torno de 80% para a polinização de ecossistemas agrícolas e até em 90% em ecossistemas naturais (MCGREGOR, 1976; BAWA, 1990; POTTS et al. 2010; IMPERATRIZ-FONSECA et al., 2012) aumentando a variabilidade genética das plantas fanerógamas e conseqüentemente a sua produtividade.

O valor mundial de seu serviço ecossistêmico foi estimado para 2005 em 153 bilhões de euros, representando em torno de 9,5% do valor da produção agrícola mundial (GALLAI et al., 2009) enquanto que na América do Sul esse valor girou em torno de 11,6 bilhões de euros por ano (POTTS et al., 2010). Assim, as abelhas possuem um relevante papel na produção de alimentos, na segurança alimentar de animais e do ser humano (GIANNINI et al., 2015), assegurando um serviço ecossistêmico que preserva a flora e a fauna, além de gerar produtos com expressivos valores econômicos (GALLAI et al., 2009).

Desta forma, verificar localmente os aspectos qualitativos de frutos oriundos do processo de polinização, pode auxiliar os fruticultores e as empresas produtoras de suco e demais derivados a melhorarem sua capacidade produtividade, agregar valor aos seus produtos e a melhorarem os meios de preservação desses insetos. Pelo exposto, esse trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas e químicas dos frutos polinizadas e não polinizadas em plantios de macieira, pessegueiro e ameixeira de uma região de Mata Atlântica no município de Maria da Fé, Minas Gerais.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Localização do experimento**

Este trabalho foi realizado na Estação Experimental da EPAMIG, localizada no município de Maria da Fé, MG (22°18'46"S; 45°23'5"W; altitude 1.276m), no período de julho a dezembro de 2018. A Estação Experimental da EPAMIG fica dentro de uma propriedade de 109 ha, dos quais 30 ha são de preservação permanente do bioma Mata Atlântica, uma região localizada na Serra da Mantiqueira de clima subtropical de altitude, com inverno seco e verão ameno, classificado como Cwb de Köppen mesotérmico, apresentando temperatura média anual de 17 °C e precipitação média anual de 1.738 mm (OLIVEIRA, 2014).

As plantas da macieira da cv. Eva são cultivadas em uma área de 1,0 ha, com 10 anos de idade, espaçadas em cinco metros entre linhas e dois metros entre plantas. São cultivadas nove cultivares de pessegueiro (Aurora, Biuti, Bolão, Conserva 845, Diamante, Dourado, Eldorado, Maciel e Ouro Mel) numa área de 0,5 ha, espaçadas em dois metros entre plantas e cinco entre linhas, com três anos de idade. As plantas da ameixeira cv. Reubennel possuem três anos de idade e são cultivadas numa área de 0,5 ha, espaçadas em dois metros entre plantas e cinco metros entre linhas. A macieira está distanciada do pessegueiro e ameixeira aproximadamente de 500 m, essas culturas são margeadas por Mata Atlântica.

O controle fitossanitário nas culturas foi realizado de acordo com o recomendado pela produção integrada de frutas (ANEXO A) e o manejo de vegetação espontânea foi realizado antes da floração de forma mecânica (roçadeira).

### **2.2 Proteção dos ramos**

Os sacos para realização desse experimento foram confeccionados de tecido do tipo Tule. Os ramos protegidos foram totalmente vedados, para que não houvesse contato dos visitantes florais com as flores, procedimento realizado no período que antecede a antese (FIGURA 1).

Figura 1 – Ensacamento dos ramos de macieira (a,b,c,d), pessegueiro (e, f) e ameixeira (g, h).



Fonte: Do autor (2018).

Na macieira foram escolhidas 12 plantas, dessas 8 ramos foram marcados para o experimento, sendo 4 ramos protegidos e 4 marcados com fita e utilizados como controle. Na cultura do pessegueiro, que possuía uma linha para cada cultivar, a escolha foi apenas a cv. Eldorado e na ameixeira a cv. Reubennel, nessas duas culturas utilizou-se: 4 plantas, sendo escolhido 8 ramos, 4 ramos foram protegidos e 4 marcados com fita e utilizados como controle.

No início da primeira semana do mês de outubro, após verificarmos que houve a total formação dos frutos, os sacos foram retirados, para que não influenciassem no desenvolvimento.

### **2.3 Parâmetros físico-químicos avaliados dos frutos coletados em ramos abertos e protegidos**

Após a colheita, os frutos foram separados por tratamento, etiquetados e levados ao Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras/UFLA.

Inicialmente, foram avaliados os atributos: pesagem da massa dos frutos frescos (g) utilizando-se uma balança semi-analítica; diâmetro dos frutos (transversal e longitudinal) mensurados com um paquímetro manual.

Para avaliação das características físico-químicas, foram utilizados 5 g dos frutos de cada amostra, colocados em potes de plástico de 250 mL com 45 mL de água destilada, sendo posteriormente homogeneizados por um triturador TE-102.

A determinação dos atributos acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e potencial hidrogeniônico (pH) seguiram os métodos recomendados pela AOAC (2019) com a realização de três repetições. A relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT) para avaliação de sabor, foi obtida pela razão entre esses dois atributos de qualidade.

Para avaliar a acidez titulável, foram utilizados 5 mL da amostra homogeneizada, adicionando 20 mL de água destilada e acrescentado três gotas de fenolftaleína a 0,1%, sendo titulado com uma solução de NaOH 0,01 N.

Os sólidos solúveis (SS) foram quantificados com um refratômetro digital Pocket portátil ATAGO PAL e os seus resultados expressos em porcentagem (%). Para verificar o potencial hidrogeniônico (pH) foi utilizado o Peagâmetro digital, cuja a leitura foi realizada após a homogeneização de 5g de frutos de cada amostra e 45mL de água destilada AOAC (2019).

### **2.4 Análises dos dados**

Os dados foram submetidos à análise por meio de desenvolvimento de modelos com a utilização do programa estatístico R (R Development Core Team 2020). Foi construído um modelo misto linear, ajustado pelos efeitos mistos lineares (REML). Para verificar o nível de significância das variáveis, utilizou-se o teste *t* com o método de Satterthwaite a 5% de probabilidade. Para a possível correlação entre as variáveis o coeficiente de correlação de Spearman foi empregado e para verificar a normalidade das variáveis, utilizou-se o teste de

Shapiro-Wilk. Utilizou-se os pacotes lme4, lmerTest, MuMIn, ggplot2, MASS, psych, lsmeans e multcomp na análise dos dados.

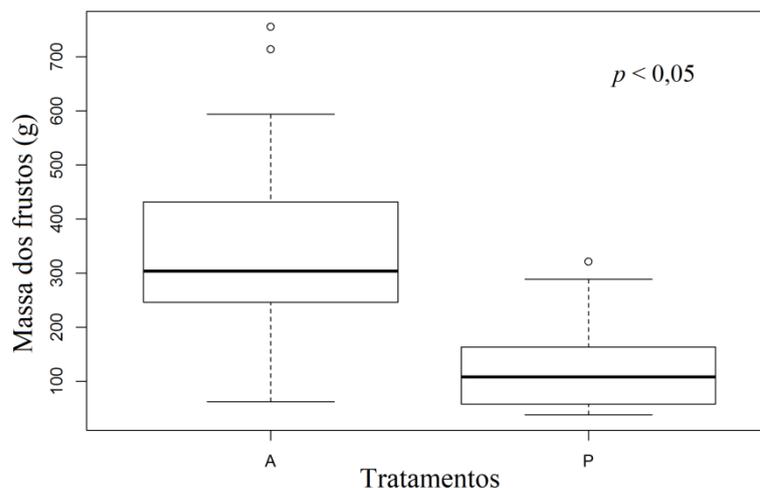
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Caracterização físico-química da maçã

Os frutos da macieira formados a partir de flores aberta à visitação por abelhas apresentaram diferenças significativas ( $334,29 \pm 67,40$  g) na sua massa, em comparação com as protegidas ( $129,18 \pm 28,04$  g). A diferença observada entre os tratamentos (FIGURA 2) dos frutos, abertos e protegidos de polinização, sugere que o serviço prestado pelas visitantes florais (principalmente abelhas) na polinização contribuiu para a formação dos frutos, melhorando a sua qualidade.

Com relação ao atributo físico diâmetro (diâmetro longitudinal dos tratamentos abertos (A) =  $44,47 \pm 3,77$  mm; protegidos (P) =  $42,17 \pm 8,02$  mm e diâmetro transversal (A) =  $46,04 \pm 5,01$  mm; (P) =  $45,32 \pm 6,05$  mm), não houve diferença significativa entre os tratamentos e as suas medidas ficaram abaixo das encontradas por Oliveira et al. (2014). Esses atributos como massa e tamanho dos frutos também influenciam no consumo in natura e na sua comercialização (TREPTOW; QUEIROZ; ANTUNES, 1995).

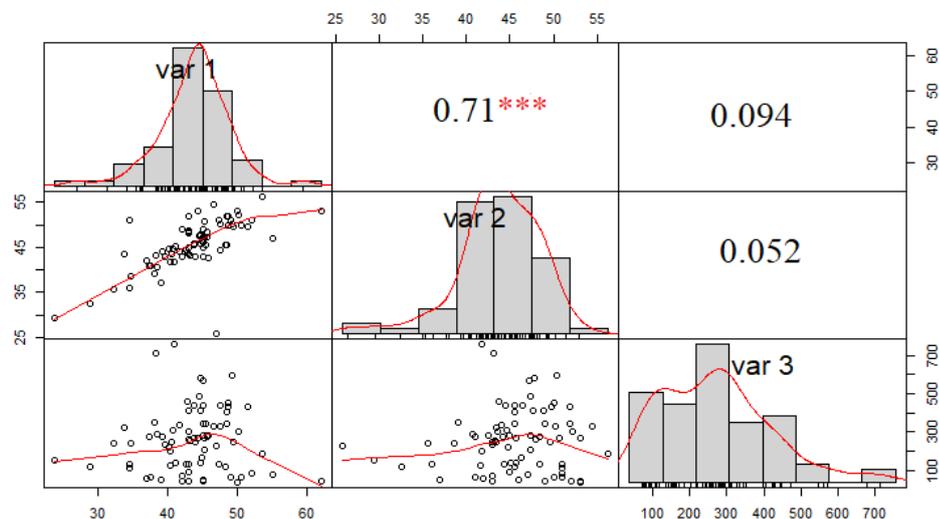
Figura 2 Massa dos frutos da macieira, oriundos tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) à polinização na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018. Teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade.



Fonte: Do autor (2019).

A análise de correlação de Spearman entre as variáveis referentes ao diâmetro e a massa dos frutos da macieira nos tratamentos abertos (A) e protegidas (P), mostra uma correlação positiva forte, entre os diâmetros: longitudinal (DL = variável 1) e transversal (DT = variável 2) e positiva fraca com a sua massa (variável 3), indicando que não há relação entre a massa dos frutos e seu diâmetro (FIGURA 3).

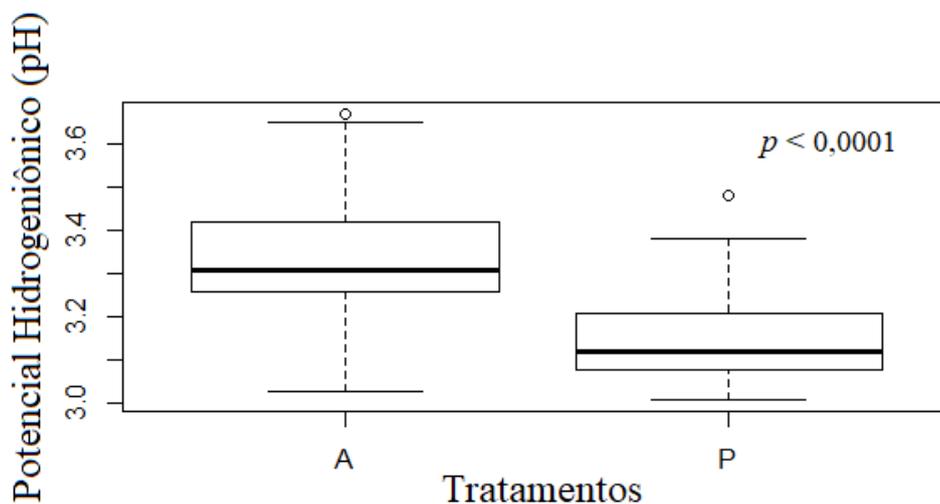
Figura 3 Coeficiente de correlação de Spearman entre o diâmetro longitudinal (DL = var1), diâmetro transversal (DT = var 2) e a massa (g) (var 3) dos frutos da macieira Abertos (A) e Protegidos (P) da polinização na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2019).

Nas análises químicas, o pH dos frutos em situações onde houve a polinização, verificou-se a diferença daqueles protegidos, com valores de 3,31 e 3,15, respectivamente (FIGURA 4).

Figura 4 Diferença entre o potencial hidrogeniônico (pH), nos tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) à polinização em frutos de macieira, comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.

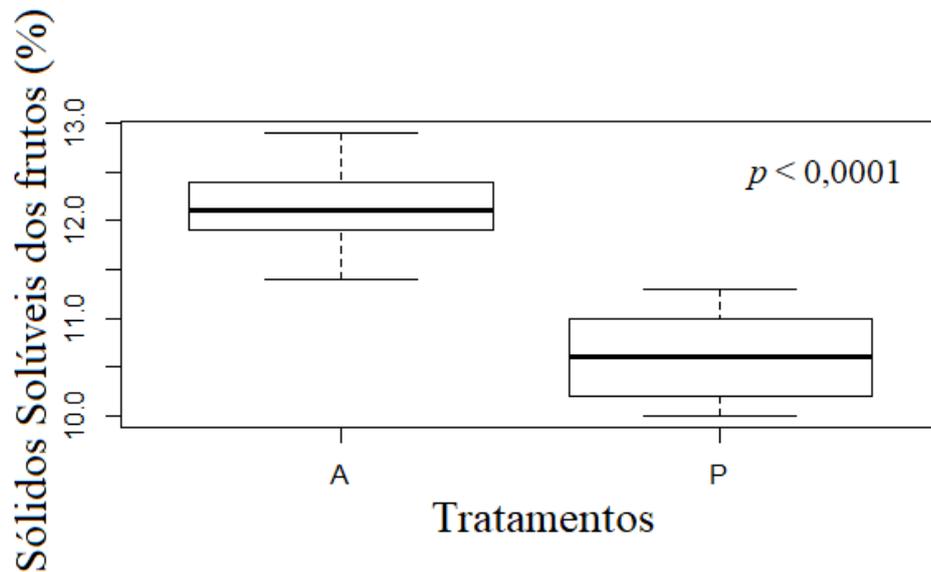


Fonte: Do autor (2019).

Os resultados do pH de frutos originados de flores abertas à visitação estão de acordo com trabalho de Oliveira et al. (2014). Em cultivares produzidas na região Sul do País, como a Gala e a Fuji, registraram valores próximos aos encontrados nessa cultura, com pH entre 3,18 e 3,88 (WOSIACKI; PHOLMAN; NOGUEIRA, 2004). O pH está relacionado com as propriedades gustativas dos frutos e dos sucos, podendo variar dependendo dos fatores genéticos da planta (SANTANA et al., 2008). No regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de maçã, não há valor de pH mensurado (BRASIL, 2018).

A diferença entre os valores médios dos sólidos solúveis (SS), dos frutos da macieira abertos e os protegidos à visitação por abelhas, foi significativo (FIGURA 5).

Figura 5 Diferença entre os Sólidos Solúveis (%), nos tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) à polinização em frutos de macieira e comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



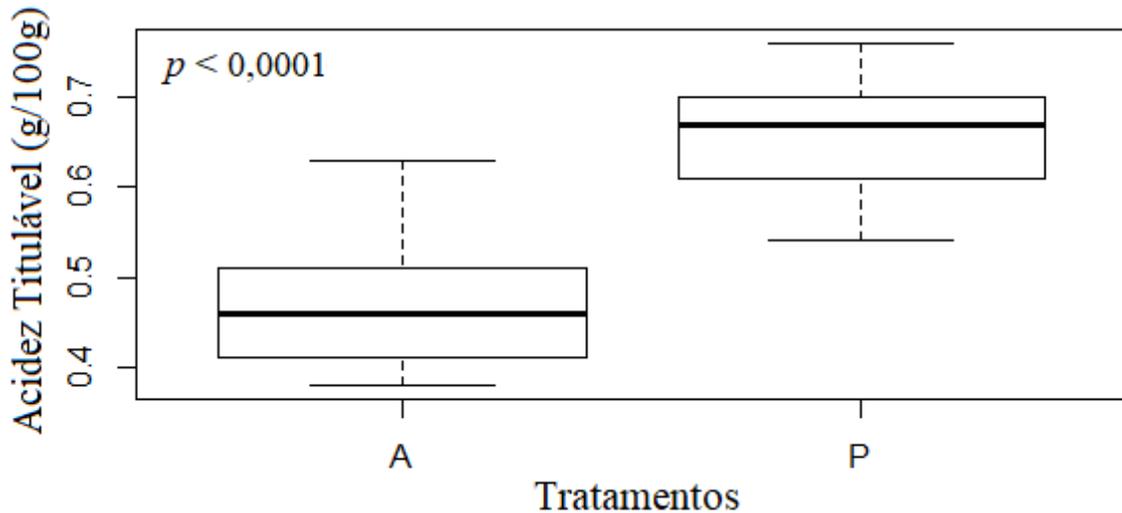
Fonte: Do autor (2019).

Os frutos dos tratamentos abertos à polinização mostraram maiores valores de sólidos solúveis (12,2 %), enquanto os protegidos apresentaram (10,5 %), valor mínimo estabelecido no regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de maçã (BRASIL, 2018). Esses resultados demonstram que os frutos polinizados apresentam concentrações de açúcares apropriados para consumo “in natura”, que devem apresentar níveis igual ou superior a 10,80 % para essa finalidade (TREPTOW; QUEIROZ; ANTUNES, 1995).

O teor de sólidos solúveis (SS) pode estar correlacionado aos estádios de maturação, a posição da fruta na planta (insolação) ou ao clima (CHITARRA; CHITARRA, 2005), pois a incidência de raios solares sobre a planta aumenta os compostos fotoassimilados durante a atividade fotossintética acumulando maior quantidade de açúcares (RIZZON; BERNARDI; MIELE, 2005). Contudo, ao analisarmos que essa cultivar Eva foi submetida as mesmas condições de manejo e climáticas, pode-se inferir que houve influências significativas das abelhas decorrentes da polinização na melhora desse atributo de qualidade.

Na acidez titulável (AT) os frutos abertos (4,5 g/100g) à polinização são menos ácidos do que os que foram protegidos (6,7 g/100g), de ácido málico respectivamente (FIGURA 6).

Figura 6 Diferença da Acidez titulável (AT) expressa em ácido málico (g/100g), entre os tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) em frutos de macieira comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.

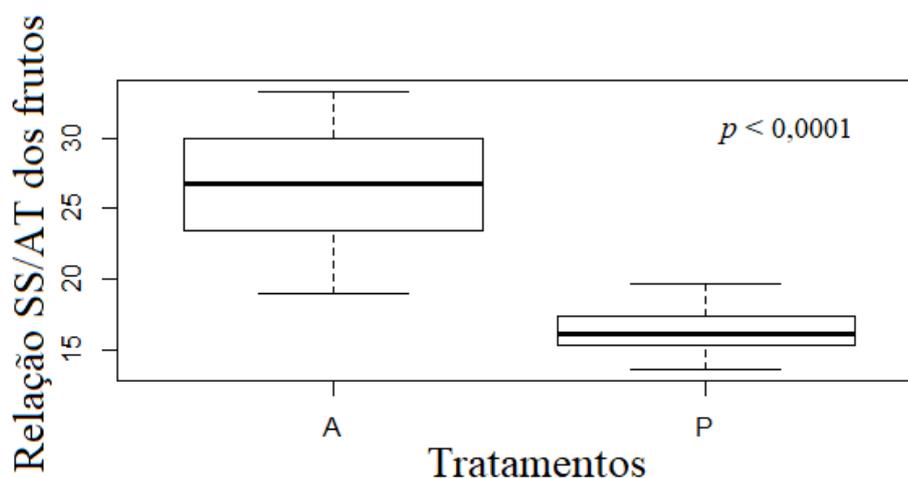


Fonte: Do autor (2019).

Segundo Miranda et al. (2015) distintos fatores, como por exemplo, as condições edafoclimáticas, manejo nas culturas e pós-colheita influenciam no teor da AT do fruto (MIRANDA et al., 2015). Na relação dos sólidos solúveis com a acidez titulável (SS/AT), os frutos que foram polinizados mostraram-se mais doces, em comparação aos que não foram (FIGURA 7). O teor de açúcar é um elemento decisivo na qualidade, porque está relacionado ao sabor e aroma dos frutos (TREPTOW; QUEIROZ; ANTUNES, 1995).

Teores altos de SS ou AT separadamente não são considerados parâmetros para classificar a qualidade dos frutos, já a relação SS/AT tem sido indicada nesse propósito principalmente para os frutos que serão consumidos “in natura” (MIRANDA et al., 2015).

Figura 7 Relação dos Sólidos Solúveis/Acidez Titulável (SS/AT), entre os tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) à polinização em frutos de macieira comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2019).

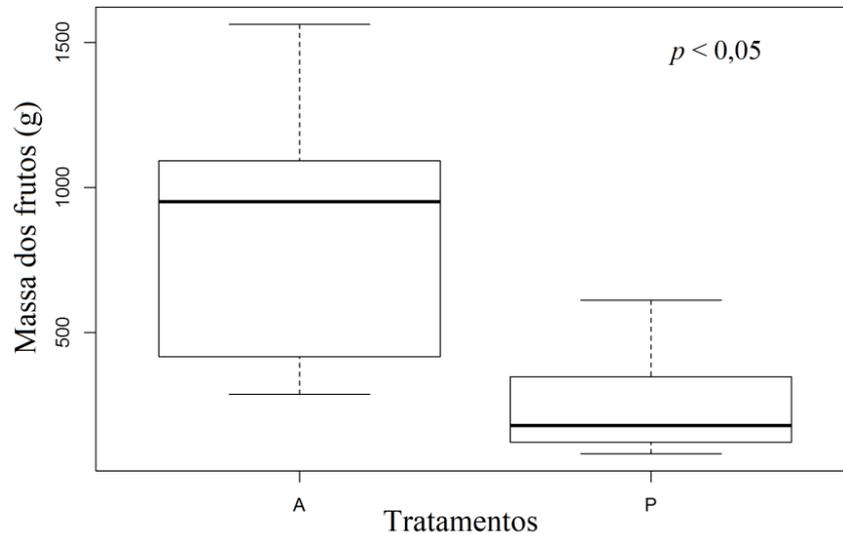
Frutos com altos teores AT e baixo de SS tem sido indicados para a indústria na produção de sucos, enquanto os mais doces indicados pela relação SS/AT para serem consumidas “in natura” (WU et al., 2007).

### 3.2 Caracterização físico-química do pêsego

Os frutos do pessegueiro formados em flores aberta à visitação apresentaram diferenças significativas ( $871,45 \pm 415,49$  g) na sua massa, em comparação com as protegidas ( $231,37 \pm 148,50$  g). Indicativos que a polinização realizada no tratamento aberto à visitação de abelhas (FIGURA 8) influenciou na formação dos frutos, melhorando a sua qualidade.

A diferença nos diâmetros (longitudinal =aberto (A) =  $5,92 \pm 0,56$  cm e protegido (P) =  $5,26 \pm 0,74$  cm / transversal = (A) =  $5,43 \pm 0,55$  cm; (P) =  $4,81 \pm 0,60$  cm) foram significativos ( $P < 0,05$ ). A polinização quando realizada, melhora a aparência e a qualidade dos frutos e sementes, agregando melhor valor de mercado a esses produtos em comparação aos que não são formados por esse serviço ecossistêmico de polinização (WOLOWSKI et al., 2018).

Figura 8 Massa dos frutos do pessegueiro, oriundos tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) à polinização comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.

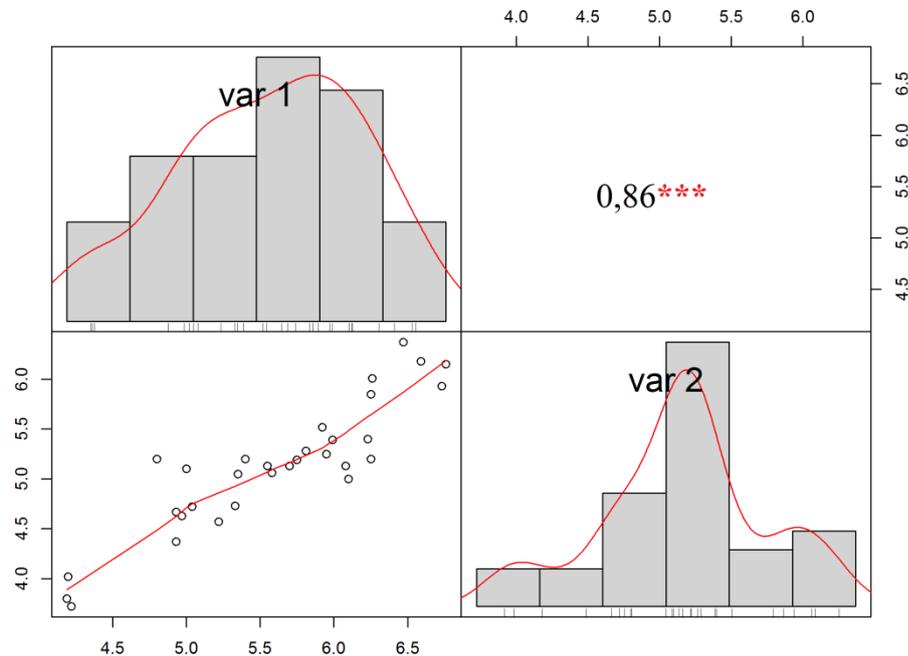


Fonte: Do autor (2019).

É importante ressaltar, que ambos os tratamentos, abertos e protegidos, foram submetidos a iguais condições edafoclimáticas e de manejo. Assim, podemos inferir que as polinizações realizadas principalmente pelas abelhas, aumentaram o fluxo gênico nas frutíferas fazendo com que a planta produzisse frutos de melhor qualidade (BAWA, 1990; WOLOWSKI et al., 2018), mostrando resultados melhores nas plantas que foram polinizadas por abelhas. E como o observado no pessegueiro, outros estudos verificaram que houve aumento na qualidade da produção de frutos oriundos da polinização cruzada por abelhas em diferentes plantas frutíferas (KLEIN et al., 2007; MOTA; NOGUEIRA-COUTO, 2002; SEIBERT et al., 2007).

A análise de correlação entre os diâmetros: longitudinal (DL = variável 1) e transversal (DT = variável 2) foi positiva forte (0,86\*\*\*), indicando que quanto maior é o comprimento dos frutos do pessegueiro, maiores serão os diâmetros e maiores são as correlações entre eles (FIGURA 9).

Figura 9 Correlação (Spearman) entre o diâmetro longitudinal (DL = var 1) e o diâmetro transversal (DT = var 2) dos frutos do pessegueiro Abertos (A) e Protegidos (P) da polinização na Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



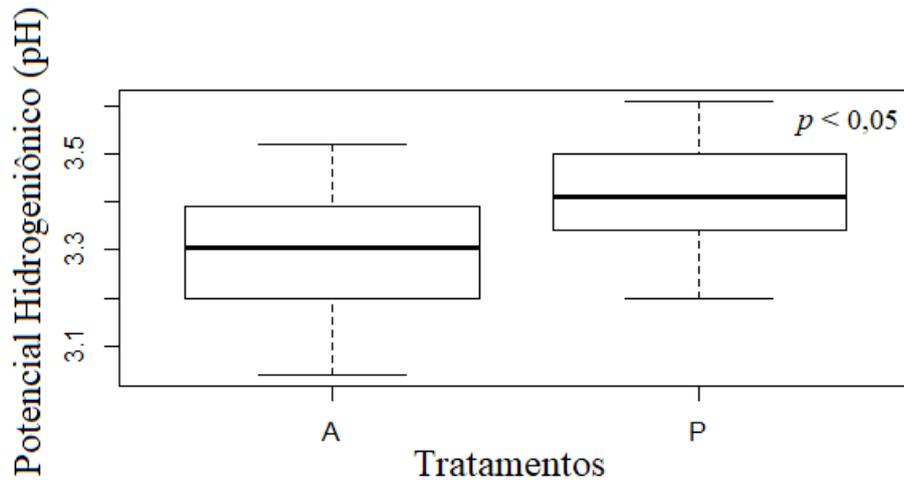
Fonte: Do autor (2019).

A correlação tem sido considerada uma medida informativa simples sobre a relação entre os atributos pesquisados e conhece-la é importante para direcionar de forma indireta a seleção de caracteres de interesse (GALARÇA et al., 2010). Silva et al. (2013) ressaltam a importância de se ter cautela na interpretação dos resultados, alegando que os coeficientes obtidos podem não representar uma medida real de causa e efeito, gerando dúvidas sobre a real relação que há entre as duas características.

Entretanto, é importante destacar que a proporção dos coeficientes gerados a partir de determinadas características que estão sendo relacionadas, pode estar correlacionada em decorrência de uma terceira e até mesmo de outros atributos (PAVLOV et al., 2015) como, por exemplo, a polinização realizada pelas abelhas nas plantas com flores abertas à visitação.

O potencial hidrogeniônico (pH) dos frutos oriundos de flores polinizadas são mais baixos comparando aqueles originados de flores protegidas (FIGURA 10) com valores  $3,29 \pm 0,12$  e  $3,41 \pm 0,10$ , respectivamente

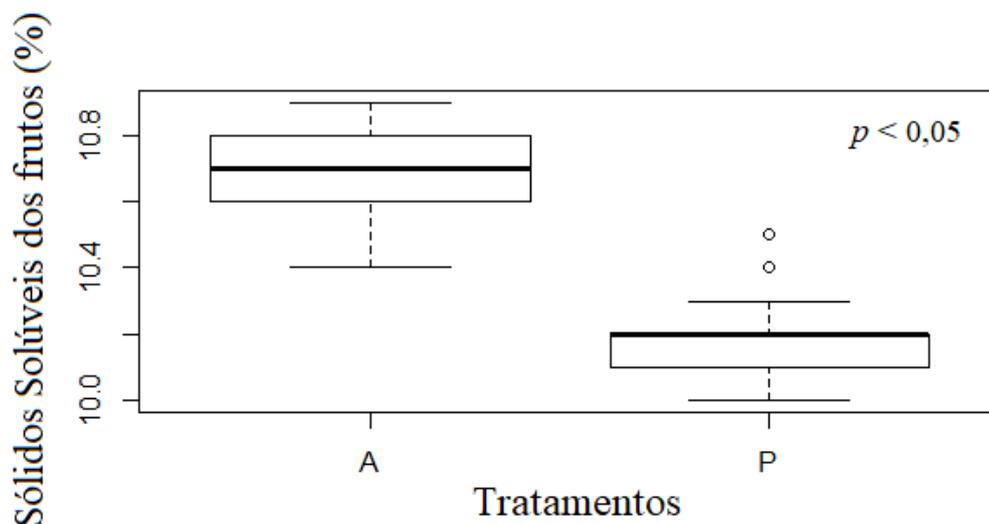
Figura 10 Diferença entre o potencial hidrogeniônico (pH), nos tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) à polinização em frutos de pessegueiro e comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2019).

Os sólidos solúveis (SS) dos frutos oriundos de flores polinizadas (10,7 %) se mostraram significativos (FIGURA 11) em relação aos protegidos (10,1 %), que ficaram abaixo do mínimo (10,5%) indicado pelo regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de pêssago (BRASIL, 2018).

Figura 11 Sólidos Solúveis dos frutos do pessegueiro, oriundos tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) à polinização comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



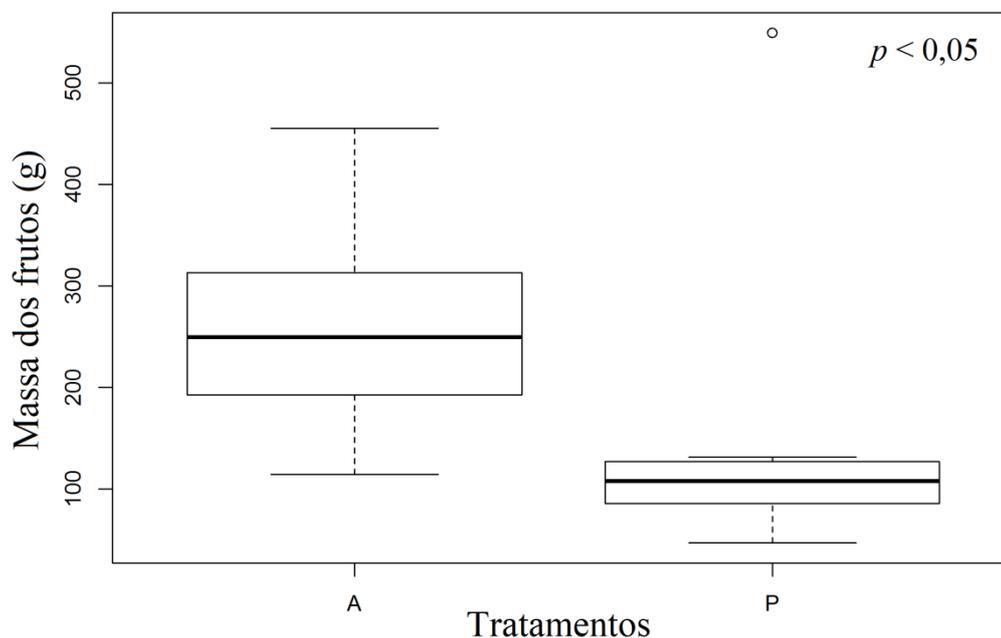
Fonte: Do autor (2019).

Segundo Wietzke et al. (2018), quando os frutos são produzidos a partir de flores que foram polinizadas, há melhora na qualidade fisiológica desses frutos. Característica observada no presente trabalho, em que o (SS) mais expressivo é decorrente do processo de polinização cruzada, realizada sobretudo por abelhas. A acidez titulável (AT) entre os frutos abertos e protegidos não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ). Entretanto, a relação dos sólidos solúveis com a acidez titulável, mostrou diferença entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ).

### 3.5 Caracterização físico-química da ameixa

A massa dos frutos da ameixeira, oriundos do tratamento aberto ( $259,21 \pm 103,02$  g) à visitação de polinizadores nas flores, foi maior do que daqueles nos tratamentos protegidos ( $154,44 \pm 161,77$  g), que se formaram mesmo na ausência do serviço de polinização (FIGURA 12).

Figura 12 Massa dos frutos da ameixeira, oriundos tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



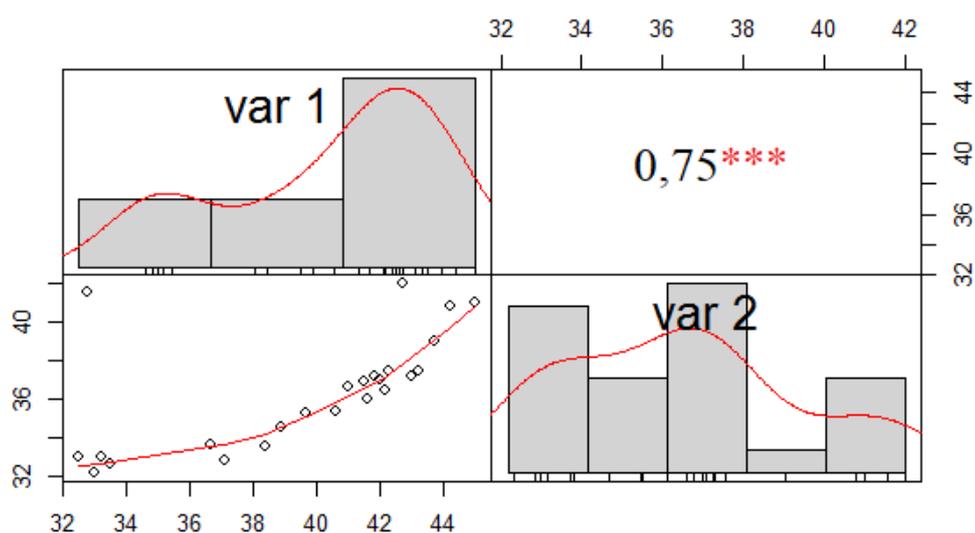
A massa é um atributo físico que pode variar, entre os frutos que foram polinizados para os que não foram (WIETZKE et al., 2018), variando ao longo do seu estágio de maturação (ARGENTA et al., 1995).

O diâmetro (longitudinal = abertos (A) =  $41,23 \pm 2,95$  mm e protegidos (P) =  $36,32 \pm 4,01$  mm / transversal = (A) =  $37,54 \pm 2,58$  mm; (P) =  $34,05 \pm 2,21$  mm), não tiveram

diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. Entre os atributos de qualidade, o diâmetro também tem sido considerado, pela sua relação com a aparência dos frutos, destinados ao consumo “in natura”, agregando a esses frutos, qualidade, melhoria de seu rendimento. Frutos com má formação podem influenciar na depreciação do seu valor econômico e a aceitação no mercado (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A análise de correlação entre os diâmetros longitudinal e transversal dos tratamentos abertos e protegidos apresentou uma correlação positiva forte ( $0,75^{***}$ ), indicando que quanto maior é o comprimento dos frutos da ameixeira maiores serão os seus diâmetros (FIGURA 13).

Figura 13 Correlação (Spearman) entre o diâmetro longitudinal (DL = var 1) e o diâmetro transversal (DT = var 2) dos frutos da ameixeira Abertos (A) e Protegidos (P) da polinização, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.

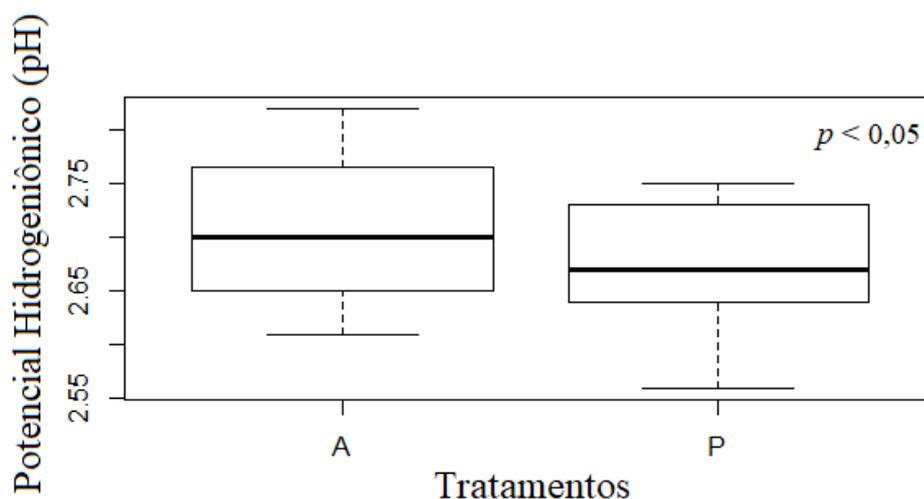


Fonte: Do autor (2019).

Os frutos vão aumentando o seu diâmetro, no decorrer da divisão celular, porém, quando ocorre o serviço de polinização e fertilização, há um maior desenvolvimento nesses frutos (DÍAZ-MULA et al., 2008). Esses fatores influenciam na aparência e são correlacionadas as características qualitativas, que são levadas em consideração na escolha pelo consumidor, além do teor de açúcar e acidez que são categóricos na determinação do sabor e na qualidade para o consumo “in natura” (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os frutos dos tratamentos abertos à visitação possuem um potencial hidrogeniônico (pH) maior do que os frutos protegidos, formados sem a presença dos polinizadores (FIGURA 14).

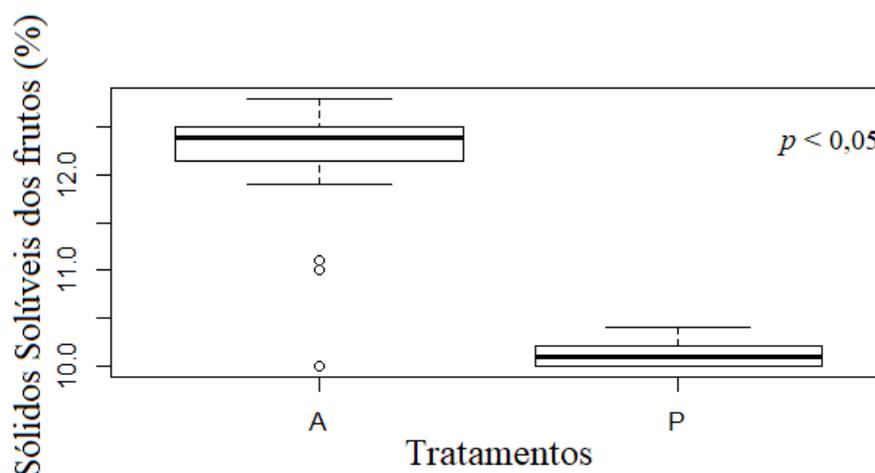
Figura 14 Diferença entre o potencial hidrogeniônico (pH), nos tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) à polinização em frutos de ameixeira e comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2019).

Nos tratamentos abertos a presença de polinizadores os teores de SS (FIGURA 15) apresentaram diferença significativa, indicando que os frutos desenvolvidos pela reprodução cruzada, através do serviço de polinização são mais doces. Sólidos solúveis é um atributo de qualidade, que se relaciona diretamente com o sabor do fruto, um importante parâmetro levado em consideração na aceitabilidade pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005; KLUGE et al., 2015). Frutos que se encontram em estádios de maturação mais avançados, os seus valores de SS serão maiores (MALGARIM et al., 2005a). À medida que vai amadurecendo, induzido pelo o hormônio vegetal etileno (PAIVA; BIZZANI, 2007), aumenta a concentração de açúcares durante a maturação, posteriormente a esse processo, inicia-se a sua senescência ocorrendo redução dos níveis de açúcar, perda de água, síntese e degradação do fruto (VALERO; RUIZ, 1998).

Figura 15 Sólidos Solúveis dos frutos da ameixeira oriundos tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) e comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



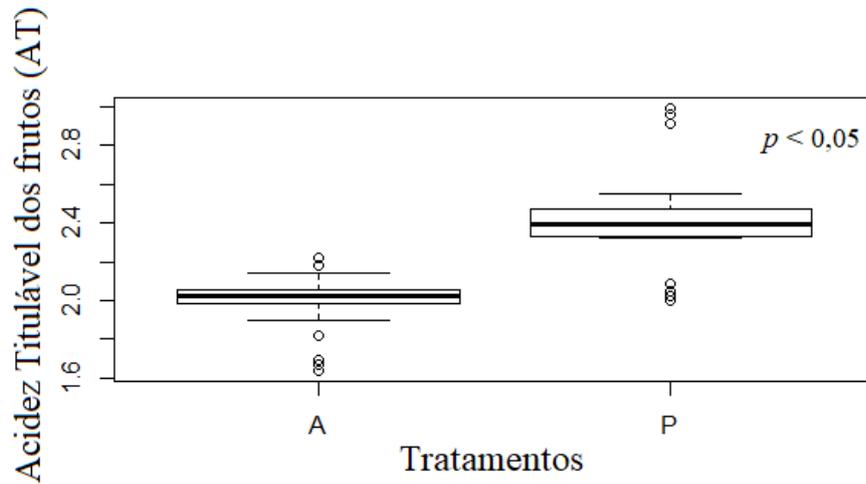
Fonte: Do autor (2019).

Os frutos melhoram a sua qualidade quando são oriundos de flores que foram polinizadas, pois precisam de um estímulo hormonal proveniente do pólen, de um extrato de pólen ou das sementes para o seu desenvolvimento, recebendo nesse processo nutriente transportados da planta ou de sua fotoassimilação, transformando-os em tecidos meristemáticos, promovendo o seu desenvolvimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Entrtanto, quando isso não ocorre, o fruto sofre abscisão.

O serviço de polinização aumenta do fluxo gênico (BAWA, 1990) elevando a quantidade de enzimas nos processos fisiológicos e metabólicos, auxiliando na síntese de proteínas, canalizam nutrientes para os órgãos de crescimento durante a maturação e amadurecimento, acumulando carboidrato como por exemplo, o amido que vai sendo degradando (CHITARRA; CHITARRA, 2005; SILVA et al., 2008) ao longo do processo de amadurecimento e acumulando mais açúcares (RIZZON; BERNARDI; MIELE, 2005).

Na acidez titulável, os frutos dos tratamentos abertos ( $2,00 \pm 0,12$ ) mostraram serem menos ácidos do que daqueles que foram protegidos ( $2,43 \pm 0,28$ ) que se formaram na ausência do serviço de polinização (FIGURA 16). Esses valores encontram-se acima das faixas relatadas por Magarim et al. (2007) e para ameixas de outras cultivares (CRISOSTO et al., 2007; GUERRA; CASQUERO, 2008). Mas ainda estão dentro dos fixados no regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para suco de ameixa vermelha (BRASIL, 2018).

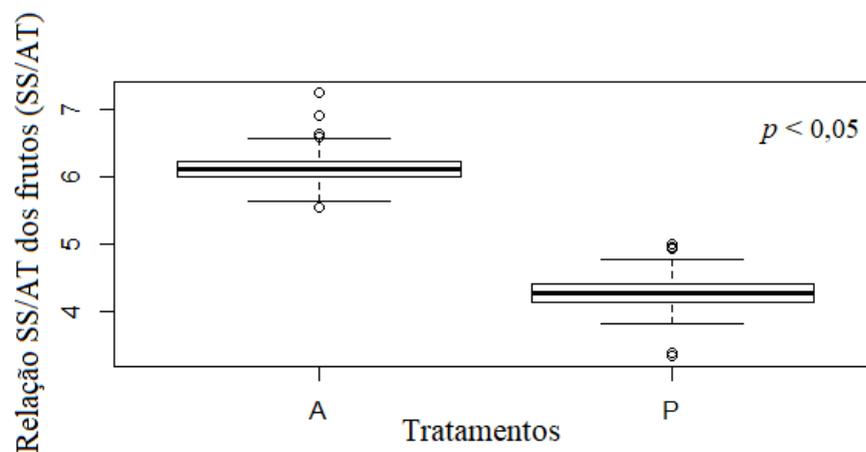
Figura 16 Diferença da Acidez titulável (AT) expressa em ácido málico (g/100g), entre os tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) em frutos de ameixeira e comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2019).

Na relação SS/AT (FIGURA 17) verifica-se que os tratamentos abertos apresentam ( $6,15 \pm 0,30$ ) valores maiores do que os protegidos ( $4,26 \pm 0,47$ ) indicando que o serviço de polinização dão origem a uma melhor percepção de sabor (CULETU; MANOLACHE; DUTA, 2014; GUERRA; CASQUERO, 2008; TAYLOR et al., 1993) e pelos maiores valores constatados nos SS e aos menores na AT (MALGARIM et al., 2007).

Figura 17 Relação dos Sólidos Solúveis/Acidez Titulável (SS/AT), entre os tratamentos Abertos (A) e Protegidos (P) em frutos de ameixeira e comparados pelo teste *t* de Satterthwaite a 5% de probabilidade, Estação Experimental da EPAMIG/Maria da Fé, MG, 2018.



Fonte: Do autor (2019).

Essa relação dos SS/AT também é um indicativo do grau de maturação e do efeito que os teores de açúcar e ácidos possuem no sabor do fruto, sendo essa uma forma de verificação dos parâmetros de sua qualidade (CHITARRA; CHITARRA, 2005; KLUGE et al., 2015; VALERO; RUIZ, 1998). Variações nessa relação com maiores e menores índices de doçura e acidez da fruta determinam se ela está propícia ao consumo “in natura” ou apenas é indicada para a indústria na fabricação de sucos e derivados.

Assim, de acordo com o nosso conhecimento atual sobre os fatores que levam a melhoria da qualidade dos frutos climatéricos (maçã, pêssego e ameixa), é recomendado que seja realizado o manejo da cultura de forma a propiciar a permanência das abelhas nessas áreas e desta forma, realizar um eficiente serviço de polinização. Adicionalmente, é encorajado que seja mantida a vegetação espontânea com potencial apícola, como fonte de recursos no período de pré-antese das culturas estimulando a presença desses insetos na área.

## **5 CONCLUSÕES**

A polinização realizada principalmente pelas abelhas em flores de maçã, pêssego e ameixa, influenciou positivamente na qualidade dos frutos que se formaram quando comparado com frutos oriundos de flores protegidas a visitação.

Os frutos formados nas situações em que houve polinização mostraram-se mais doces, menos ácidos, mais pesados e com melhor aparência do que daqueles desenvolvidos mesmo na ausência de polinizadores.

## REFERÊNCIAS

AOAC (Associação Oficial de Química Analítica). **Métodos Oficiais de Análise AOAC International**. 21ªed. Maryland. AOAC. 2019. Disponível em: [https://www.aoac.org/aoac\\_prod\\_imis/AOAC/Publications/Official\\_Methods\\_of\\_Analysis/AOAC\\_Member/Pubs/OMA/AOAC\\_Official\\_Methods\\_of\\_Analysis.aspx](https://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC/Publications/Official_Methods_of_Analysis/AOAC_Member/Pubs/OMA/AOAC_Official_Methods_of_Analysis.aspx)

ARGENTA, L. C. et al. Padrões de maturação e índices de colheita de maçãs cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji.pdf. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 10, p. 1259–1266, out. 1995.

BAWA, K. S. Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 21, n. 1, p. 399–422, 1 nov. 1990.

BRASIL, 2018. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA** nº 37, de 01 de outubro de 2018. Estabelece os parâmetros analíticos de suco e de polpa de frutas e a listagem das frutas e demais quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade já fixados pelo Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, Brasília, 08 de outubro de 2018, Edição:194, Seção 1, p.23. Disponível em: [http://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/44304943/do1-2018-10-08-instrucao-normativa-n-37-de-1-de-outubro-de-2018-44304612](http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/44304943/do1-2018-10-08-instrucao-normativa-n-37-de-1-de-outubro-de-2018-44304612) > Acesso em: 14 ago. 2019.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005.

CRISOSTO, C. H. et al. Segregation of plum and pluot cultivars according to their organoleptic characteristics. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, n. 3, p. 271–276, jun. 2007.

CULETU, A.; MANOLACHE, F. A.; DUTA, D. E. Exploratory Study of Physicochemical, Textural and Sensory Characteristics of Sugar-Free Traditional Plum Jams. **Journal of Texture Studies**, v. 45, n. 2, p. 138–147, abr. 2014.

DÍAZ-MULA, H. M. et al. Changes in physicochemical and nutritive parameters and bioactive compounds during development and on-tree ripening of eight plum cultivars: a comparative study. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n. 14, p. 2499–2507, nov. 2008.

FIORAVANÇO, J. C.; PAIVA, M. C.; BIZZANI, E. ETHEPHON NA ANTECIPAÇÃO DA COLHEITA E QUALIDADE DA AMEIXA CV. REUBENNEL. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 193–197, 2007.

FREITAS, B. M.; NUNES-SILVA, P. Polinização agrícola e sua importância no Brasil. IN: IMPERATRIZ-FONSECA, V.; CANHOS, D. A. L.; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. In: **Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. São Paulo: Edusp, 2012. p. 103–118.

GALARÇA, S. P. et al. Correlação de pearson e análise de trilha identificando variáveis para caracterizar porta-enxerto de *Pyrus communis* L. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 860–869, ago. 2010.

- GALLAI, N. et al. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 810–821, 2009.
- GIANNINI, T. C. et al. Crop pollinators in Brazil: a review of reported interactions. **Apidologie**, v. 46, n. 2, p. 209–223, 18 mar. 2014.
- GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, p. 509–530, 2007.
- GUERRA, M.; CASQUERO, P. A. Effect of harvest date on cold storage and postharvest quality of plum cv. Green Gage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, n. 3, p. 325–332, mar. 2008.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos-químicos para análise de Alimentos**, p. 1020, 2008.
- KIST, B. B. ET AL. Anuário brasileiro da maçã. **Editora Gazeta Santa Cruz**, p. 54, 2016.
- KIST, B. B. ET AL. Anuário da Fruticultura Brasileira 2018. **Editora Gazeta Santa Cruz**, p. 88, 2018.
- KLEIN, A.-M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303–313, 7 fev. 2007.
- KLUGE, R. A. et al. Fatores que afetam a qualidade sensorial de produtos de IV e V gama. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 16, n. 2, p. 173–179, 2015.
- MALGARIM, M. B. et al. Estádios de maturação e variação da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de ameixas cv. amarelinha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 29–35, abr. 2005.
- MALGARIM, M. B. et al. ESTÁDIO DE MATURAÇÃO E VARIAÇÃO DA TEMPERATURA NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS CV. REUBENNEL. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n. 1, p. 61–67, 2007.
- MIRANDA, J. M. DE S. et al. Fruit quality of ‘Eva’ e ‘Princesa’ apples grown under nitrogen fertigation in semiarid climate. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 967–972, 2015.
- Molecular transport properties of ZIF-8 thin films in aqueous environments: The critical role of intergrain mesoporosity as diffusional pathway. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 220, n. 2, p. 253–257, 2016.
- MOTA, M. O. S. DA; NOGUEIRA-COUTO, R. H. Polinização entomófila em pessegueiro (*Prunus persica* L.). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 39, n. 3, p. 124–128, 2002.
- OLIVEIRA, D. L. et al. Características físico-químicas de cultivares de macieiras pouco exigentes em frio. **Revista Ceres**, v. 61, n. 2, p. 284–287, 2014.
- OLIVEIRA, D. L. DE O. et al. Quality of Eva apples produced in two regions of Minas Gerais-Brazil. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 269–272, 2015.
- PAVLOV, J. et al. Path analysis for morphological traits in maize (*Zea mays* L.). **Genetika**,

v. 47, n. 1, p. 295–301, 2015.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345–353, 1 jun. 2010.

R CORE TEAM (2015). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RIZZON, L. A.; BERNARDI, J.; MIELE, A. Características analíticas dos sucos de maçã Gala, Golden Delicious e Fuji. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 750–756, 2005.

SANTANA, M. T. A. et al. Caracterização de diferentes marcas de sucos de uva. **Ciênc. agrotec**, v. 32, n. 3, p. 882–886, 2008.

SEIBERT, E. et al. Postharvest quality of peaches harvested from integrated and conventional production systems. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 793–801, 2007.

SILVA, D. F. P. et al. Correlação entre características quantitativas e qualitativas de frutos de pessegueiros na geração f2 cultivados em região subtropical. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 53–58, 2013.

SILVA, G. G. DA et al. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 311–314, 2008.

TAYLOR, M. A. et al. Physiological and anatomical changes associated with ripening in the inner and outer mesocarp of cold stored ‘Songold’ plums and concomitant development of internal disorders. **Journal of Horticultural Science**, v. 68, n. 6, p. 911–918, 27 jan. 1993.

TREPTOW, R. DE O.; QUEIROZ, M. I.; ANTUNES, P. L. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE QUATRO CULTIVARES DE MAÇÃS ( *Malus doméstica* Borkh .). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 1, n. Bleinroth 1988, p. 179–184, 1995.

VALERO, C.; RUIZ, M. Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. **Dirección General de Investigación de la Comunidad Autónoma de Madrid**, n. 95, p. 38–45, 1998.

WIETZKE, A. et al. Insect pollination as a key factor for strawberry physiology and marketable fruit quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 258, p. 197–204, abr. 2018.

WOLOWSKI, M. et al. **Sumário para tomador de decisão: 1º Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. São Paulo: Campinas, [s.n]., 2018.

WOSIACKI, G.; PHOLMAN, B. C.; NOGUEIRA, A. Características De Qualidade De Cultivares De Maçã : **Ciênc. Tecnol. Amiment.**, v. 24, n. 3, p. 347–352, 2004.

WU, J. et al. Chemical compositional characterization of some apple cultivars. **Food Chemistry**, v. 103, n. 1, p. 88–93, 2007.

**ANEXO A - controle fitossanitário e tratamentos realizados na macieira cultivar “eva” e pessegueiro ao longo de cada ano.**

Mês	Adubação	Adubo foliar	Fungicida/outras elementos	Inseticida
Janeiro		Fitofós K Plus 150 ml / 100 l Cálcio 50 g / 100 l Mg 1 Kg / 100 l	Orthocid 240 g / 100 l Dithane nt 200 g / 100 l	Sumithion CE 150 ou 200 ml/100 l
Fevereiro			Dithane nt 200 g / 100 l Orthocid 240 g / 100 l	
Março			Orthocid 240 g / 100 l Dithane nt 200 g / 100 l	
Abril	Super Simples 330g / planta KCl 200g / planta		Dithane nt 200 g / 100 l Orthocid 240 g / 100 l	
Maio			Cuprocarb 250 g / 100 l	
Junho			Cuprocarb 250 g / 100 l	
Julho	Super fosfato Triplo 42 g / planta Super N ou Uréia 24 g / planta	Zinco quelatizado 400 ml / 100 l	Calda sulfocálcica 4 kg / 100 l Mythos 100 ml / 100 l Dormex 1 litro / 100 l	Triona 1,5 l / 100 l ou Assist 2 l / 100 l
Agosto		Zinco quelatizado 400 ml / 100 l	Cercobin 70 g / 100 l Stroby 20 ml / 100 l Fungiscan 70 g / 100 l ou Fungiscan SC 100 ml / 100 l Dithane 200 g / 100 ml Orthocid 240 g / 100 l	

## ANEXO A - Continuação

Setembro	Ureia 100 g / planta	Fitofós K Plus 150ml / 100 l Cálcio quelatizado 400 ml /100 l Boro quelatizado 20 g / 100 l	Dithane 200 g / 100 ml Orthocid 340 g / 100 l Fungiscan 70 g / 100 l ou Fungiscan SC 100 ml / 100 l	Suprathion 100ml/100 l Vertimec 85 ml/100l
Outubro	Ureia 150 g / planta	Cálcio quelatizado 400 ml / 100 l Fitofós K Plus 150 ml / 100 l	Orthocid 340 g /100 l Dithane 300 g / 100 ml	Vertimec 85 ml / 100 l Sumithion CE 150 200 ml /100 l
Novembro		Zinco quelatizado 400 ml / 100 l Cálcio quelatizado 500 ml / 100 l Sulfato de magnésio 1 kg / 100 l	Orthocid 340 g / 100 l Dithane 300 g / 100 ml	Suprathion 100 ml / 100 l
Dezembro	2º ano-150g de NH <sub>4</sub> /cova 2º ano-100g Kcl/cova	Zinco quelatizado 400 ml /100 l Cálcio quelatizado 400 ml /100 l Fitofós KPlus 150 ml /100 l Sulfato de magnésio 1 kg / 100 l	Orthocid 340 g /100 l Dithane 300 g / 100 ml	Vertimec 85 m l/ 100 l