

LUCAS DE ALMEIDA BIZOTTO

**AVALIAÇÃO POPULACIONAL, SANITÁRIA E RECURSOS
ARMAZENADOS EM COLMEIAS DE *Apis mellifera* LINNAEUS,
1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) UTILIZADAS EM SERVIÇOS
DE POLINIZAÇÃO EM POMARES DE MACIEIRA (*Malus
domestica* Borkh.)**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientação: Prof^a Mari Inês Carissimi Boff

LAGES, SC 2016

LUCAS DE ALMEIDA BIZOTTO

**AVALIAÇÃO POPULACIONAL, SANITÁRIA E RECURSOS
ARMAZENADOS EM COLMEIAS DE *Apis mellifera* LINNAEUS,
1758 (HYMENOPTERA: APIDAE) UTILIZADAS EM SERVIÇOS
DE POLINIZAÇÃO EM POMARES DE MACIEIRAS (*Malus
domestica* Borkh.)**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Banca Examinadora:

Orientador:

Prof^a. Dr^a. Mari Inês Carissimi Boff
UDESC/Lages, SC

Membro:

Dr. Regis Sivori Silva dos Santos
Embrapa Uva e Vinho, EFCT/ Vacaria, RS

Membro:

Dr^a. Janaína Pereira dos Santos
EPAGRI/Caçador, SC

Lages, SC, 2016

AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador e professor Dr. Regis Sivori Silva dos Santos, pela orientação, apoio e confiança. A minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Mari Inês Carissimi Boff pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Agradeço a minha mãe Maria, heroína que infelizmente não está presente neste momento. Ao meu pai que, apesar de todas as dificuldades me fortaleceu e que para mim foi muito importante.

Obrigado meus irmãos e sobrinhos, que nos momentos de minha ausência dedicados ao estudo, sempre fizeram entender de que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente!

Aos colegas de estágio, Gabriel Fedozzi, Anelise Oliveira e Daniela Klesener pelos momentos de gargalhadas e sufocos após instalações, e coletas. Aos grandes amigos Vanderlei Cardoso da Silva (Tio Vandi) e Faustina Verlindo de Lima (Dona Tina), colegas de laboratório, estágio, trabalhos e de todas as horas, obrigado por fomentarem meu saber. Vocês estarão sempre no meu coração. Ao João Carlos Zantedeschi, técnico agrícola da Embrapa e amigo que muito me ajudou nas coletas de material a campo.

Obrigado a todos!

O sábio observa os demais para não cometer os mesmos erros. O inteligente aprende com seus próprios erros ao longo de seu aprendizado, não cometendo estes novamente. E somente os ignorantes não tiram proveito dos ensinamentos de sua jornada.

Santos, R. S. S., 2013

RESUMO

BIZOTTO, Lucas de Almeida. Avaliação populacional, sanitária e recursos armazenados em colmeias de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) utilizadas em serviços de polinização em pomares de macieiras (*Malus domestica* Borkh.). 2016. 72p. Mestrado (Dissertação em Produção Vegetal – Linha de pesquisa: Proteção de Plantas e Agroecologia) – Universidade do estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

O presente estudo objetivou avaliar o comportamento e a sanidade de colmeias da abelha melífera (*Apis mellifera*) utilizadas em serviços de polinização em pomares de macieiras no município de Vacaria, RS. Conduzidos sob o sistema convencional de produção. Foram avaliados, no decorrer de duas safras consecutivas (2014/15 e 2015/16), o comportamento das abelhas na coleta de recursos florais no decorrer do período de polinização (23/09/14 a 20/10/14 - safra 2014/15, e entre 02/09/15 e 15/10/15 - safra 2015/16), a ocorrência de parasitismo pelo ácaro *Varoa destructor* e infecções causadas por *Nosema* sp., áreas de recursos armazenados, e áreas de imaturos em colmeias e de *A. mellifera* utilizadas na polinização de pomares macieiras. No decorrer do presente experimento as colmeias apresentavam atividades durante as avaliações com média de 27.5 a 40.8 abelhas observadas em cinco minutos. Independentemente do local de origem das colmeias ou safra de avaliação, o néctar foi o recurso preferido pelas abelhas. Foi verificado que 95% das abelhas buscaram o néctar enquanto apenas 5% efetuaram a busca de pólen. Em ambas as safras, as colmeias utilizadas apresentaram médias que variam de

3,0 a 6,7 % de parasitismo por *V. destructor*. Houve aumento nos níveis de parasitismo no período da polinização, em colmeias com alta população, já colmeias com populações menores não seguiram o mesmo comportamento. A presença de esporos de *Nosema* sp. foi constata apenas em colmeias utilizadas na safra de 2014/15, e não ocorreu na safra de 2015/16. Há variações significativas nas áreas internas de recursos armazenados e áreas de imaturos das colmeias utilizadas em serviços de polinização de macieiras, estas ligadas aos locais de origem, antes da entrada dos enxames nos pomares. Sendo que os vindos de locais com grande oferta de recursos são os mais prejudicados pela estada no pomar, os quais sofreram pelas diminuições no espaço internos das colmeias pela retirada de sobre ninhos em preparação para a estadia nos pomares. Fato que levou a inúmeras enxameações, refletindo nas reservas de alimentos e estado populacional.

Palavras chave: Abelhas melíferas, Macieira, Sanidade de abelhas, Dinâmica populacional

ABSTRACT

BIZOTTO, Lucas de Almeida. Population assessment, health and resources stored in hives of *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) used in pollination services in apple orchards (*Malus domestica* Borkh.).**2016. 72f.** Master (Dissertation in Plant Production - Research line: Plant Protection and Agroecology) - University of Santa Catarina State. Graduate Program in Plant Production, Lages, 2016.

This study aimed to evaluate the behavior and health of hives of honeybees (*Apis mellifera*) used in pollination services in apple orchards in the municipality of Vacaria, RS. Conducted under the conventional production system. For that were evaluated during two consecutive seasons (2014/15 and 2015/16), the behavior of bees in the collection of flowers resources during the pollination period (09/23/14 to 10/20/14 – crop season 2014 / 15, 09.02.15 and 15.10.15 and between 2015/16 crop season), the occurrence of parasitism by *Varroa destructor* mites and infections caused by *Nosema* sp. areas of stored features, and areas of immature hives and *A. mellifera* used in the pollination of apple orchards. In the course of experiments, the hives had activities during evaluations with an average of 27.5 to 40.8' bees observed in five minutes. Regardless of the place of origin of the hives or evaluation harvest, the nectar was the preferred feature by bees. It was found that 95% of the bees have sought nectar while only 5% of the search effected pollen. In both crops, beehives used had average ranging from 3.0 to 6.7% of parasitism by *V. destructor*. There was an increase in parasitism levels in the period of pollination, in high population hives, since hives with smaller populations have not followed the same behavior. The presence of

spores *Nosema* sp. It was noted only in hives used in the harvest of 2014/15, and did not occur in the harvest of 2015/16. There are significant variations in the internal areas of stored resources and areas of immature of hives used for pollination of apple trees services, these related to places of origin, before the entry of the swarms in the orchards. It is that coming from places with large supply of resources are the most affected by the stay in the orchard. which they suffered decreases in the internal space of the hives by the withdrawal of nests in preparation for the stay in the orchards. This fact led to numerous swarming bees reflecting in food reserves and population status.

Keywords: Honey bees, Apple Tree, Health bees, population dynamics

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1- Imagem aérea indicando (em destaque) os pomares de macieiras onde foram realizados os experimentos nas safras de 2014/15 (A), e safra 2015/16 (B).....26
- Figura 2- Grupo de colmeias de *Apis mellifera* em pomar de macieiras cobertas com malha branca flexível de náilon para retenção de abelhas campeiras no alvado (A), entrada do alvado obstruído (B), acumulado de abelhas retornando a entrada do alvado após cinco minutos de obstrução (C).....27
- Figura 3- Colmeia sem atividade de abelhas campeiras de *A. mellifera* (A), colmeia com atividade de abelhas campeiras (B), no período de cinco minutos.....27
- Figura 4- Colmeia com abelhas (*A. mellifera*) campeiras retornando com características de coleta de pólen e néctar (A), abelhas com presença de pólen nas corbículas (B), abelhas com característica de coleta de néctar/água sem presença de pólen (C).....28
- Figura 5- Imagens aéreas e caracterização dos apiários, área de mata (A) e cultivo de canola (B) safra 2014/15, área de mata (C) e reflorestamento com eucaliptos (D) safra 2015/16.....37
- Figura 6- Abelhas (*Apis mellifera*) e ácaros de *Varroa destructor* em solução aquosa (A), vista dorsal (B) e vista ventral de exemplar de *V. destructor* (C).....38

Figura 7- Abelhas sendo preparadas para análise da presença de nosemose, (A) abdome sendo destacado (B) e já destacado da abelha (C).....39

Figura 8-Percentual de parasitismo por *Varroa destructor* em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de pomares de maçãs, em três períodos de avaliação nas safras 2014/15(A) e 2015/16 (B).....34

Figura 9-Colmeias com características de enxameação, com acúmulo de abelhas no exterior da colmeia (A e B), enxame presente em planta de macieira (C) no período de polinização, safra 2014/15.....42

Figura 10-Gabarito (A), caixilho sem presença de serra (B), imagem fotográfica do caixilho 1 lado A (C) lado B (D).....49

Figura 11-Favos contendo pólen e mel armazenados (A e B), área com larvas e crias operculadas (C e D).....50

Figura 12-Percentual de áreas de pólen armazenado em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de macieiras, em dois anos seguidos na cidade de Vacaria, RS. Safra 2014/15 (A) e 2015/16 (B).....51

Figura 13-Percentual de áreas de mel armazenado, em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de macieiras, em dois anos seguidos na cidade de Vacaria, RS. Safra 2014/15 (A) e 2015/16 (B).....53

Figura 14-Percentual de áreas de larvas em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de pomares

de macieiras, em dois anos seguidos na cidade de Vacaria, RS. Safra 2014/15 (A) e 2015/16 (B).....56

Figura 15-Percentual de áreas de crias operculadas, em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de pomares de macieiras, em dois anos seguidos na cidade de Vacaria, RS. Safra 2014/15 (A) e 2015/16 (B).....58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Número médio (\pm Erro Padrão) de abelhas campeiras fotografadas no alvado de colmeias utilizadas em serviços de polinização de macieiras com recurso pólen, néctar/água e total em duas safras na cidade de Vacaria,.....	30
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2	CAPÍTULO I.....	23
2.1	COMPORTAMENTO DE COLMEIAS DE <i>Apis mellifera</i> E DINÂMICA DE COLETA DE RECURSOS, NO PERÍODO DE POLINIZAÇÃO DE MACIEIRAS.....	23
2.1.1	Resumo.....	23
2.1.2	Abstract.....	24
2.1.3	Introdução.....	24
2.1.4	Material e Métodos.....	25
2.1.5	Resultados e discussão.....	28
2.1.6	Conclusão.....	32
3	CAPÍTULO II	33
3.1	AVALIAÇÃO DE PARASITISMO POR <i>Varoa destructor</i> E <i>Nosema</i> sp. EM COLMEIAS DE <i>Apis mellifera</i> UTILIZADAS NA POLINIZAÇÃO DE MACIEIRAS.....	33
3.1.1	Resumo.....	33
3.1.2	Abstract.....	34
3.1.3	Introdução.....	34
3.1.4	Material e Métodos.....	36
3.1.5	Resultados e discussão.....	39
3.1.6	Conclusão.....	44
4	CAPÍTULO III.....	45
4.1	DINÂMICA DE ÁREAS DE RECURSOS ARMAZENADOS E PADRÃO POPULACIONAL EM COLMEIAS DE <i>Apis mellifera</i> , UTILIZADAS EM SERVIÇOS DE POLINIZAÇÃO DE MACIEIRAS.....	45

4.1.1	Resumo.....	45
4.1.2	Abstract.....	46
4.1.3	Introdução.....	46
4.1.4	Material e Métodos.....	48
4.1.5	Resultados e discussão.....	51
4.1.6	Conclusão.....	60
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção comercial de maçãs no Brasil teve início na década 1970, com o auxílio de incentivos fiscais do governo Federal para o reflorestamento. Segundo Petri et al. (2011), a Lei Federal nº 5.106/1966, conhecida como lei dos incentivos fiscais, permitiu abater 50% do imposto de renda devido no exercício por aplicação do recurso em reflorestamento, este podendo ser feito com árvores frutíferas. Este fato foi um importante impulsor da pomicultura no Brasil. Os primeiros pomares de macieira foram implantados nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, formando-se três importantes polos de produção: Fraiburgo, São Joaquim em SC e Vacaria no RS (PETRI et al., 2011). A produção de maçãs no Brasil teve um aumento gradual ao longo dos anos, tendo pouco mais de 2mil hectares em meados de 1970, passando para 37,5 mil hectares em 2007 (FIORAVANÇO, 2009). Atualmente, o país possui uma área de 39 mil hectares da cultura com uma produção de cerca de 1 milhão de toneladas de maçãs IBGE (2014). Gerando em torno de 28 milhões de dólares em termos de divisas para o país (CARVALHO, 2011).

A produção de maçãs é altamente dependente de mão de obra, gerando cerca de 60 mil empregos diretos e 136,5 mil indiretos. Na safra 2013/14 na cidade de Vacaria/RS, gerou cerca de cinco mil postos de trabalho formal (CAGED, 2013). Apesar de possuir menos de 40 anos de tradição na produção mundial de maçã, o plantio de cultivares como Gala, Fuji e seus clones, a disponibilidade de terras e a densidade de plantio colocaram o Brasil como um dos principais produtores no cenário mundial (BITTENCOURT et al., 2011). Tal fato está ligado a um avanço em inúmeras tecnologias, tais como desenvolvimento de cultivares mais produtivas e

adaptadas às condições de cada região produtora, métodos mais eficientes para o controle de pragas, manejo e condução dos pomares, e métodos de polinização mais adequados à produção da fruta. No entanto a polinização é fator limitante na produção de maçãs. Apesar de ser relatada a polinização realizada pelo vento, e a autopolinização em algumas variedades, não há produção de frutos suficientes para comercialização, por problemas no desenvolvimento de frutos, na formação de sementes e na frutificação efetiva (PETRI et al., 2011).

Os polinizadores e o processo de polinização são fundamentais para o funcionamento de quase todos os ecossistemas terrestres, incluindo os agrícolas (CHAMBÓ et al., 2010). Componentes chaves para a manutenção da biodiversidade global fornecem serviços ecossistêmicos para plantas cultivadas e silvestres no mundo. Cerca de 90% das plantas que possuem flores são beneficiadas pela ação de polinizadores (JEFF et al., 2011), sendo que os insetos são considerados os mais eficientes nos serviços de polinização. Dentre os insetos, as abelhas melíferas estão entre as mais utilizadas (VIANA et al., 2014). Segundo Santos et al (2013), dentre os insetos que visitam as flores de macieiras, 97% são abelhas, sendo 77% pertencem a espécie *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Apidae). As abelhas melíferas, em seu comportamento de forrageamento, não ficam vagando, aleatoriamente, em flores de diferentes espécies, estas costumam ter uma alta especificidade a uma única espécie vegetal (WOLFF et al., 2008), indo para outra somente quando esta já não satisfaz suas necessidades. As abelhas melíferas não são os únicos organismos que atuam na polinização, mas são considerados os mais efetivos.

Nas últimas décadas, houve forte declínio de polinizadores no mundo, sendo os primeiros relatos em 2006 (MESSAGE et al., 2011). Há evidências claras de perdas de polinizadores domésticos e selvagens, com diminuição paralela de plantas que dependem dos serviços destes organismos. O declínio dos polinizadores e perdas associadas a serviços de polinização foram registrados em vários países (DEPRÁ et al., 2014). Um único agente não pode ser responsabilizado pelo declínio dos polinizadores, mas sim um conjunto de fatores, onde a ação de um agente sub-letal pode aumentar a severidade de outro agente (POTTS et al., 2010). É possível que múltiplos estressores estejam agindo isoladamente ou em paralelo, enfraquecendo uma colmeia, permitindo a entrada de patógenos oportunistas (WILLIAMS et al., 2011). Dentre os possíveis agentes causais do declínio dos polinizadores estão incluídos o ectoparasita *Varroa destructor* (Anderson & Trueman, 2000) (Arachnida: Varroidae), o patógeno da nosemose causada pelo microsporídio *Nosema* sp. (Dissociodihaplophasida: Nosematidae) e a ação de pesticidas, os quais poderiam estar agindo ou agravando na incidência de outros agentes. Destes o ácaro *V. destructor* é considerado como um dos mais importantes ectoparasitas no mundo (WIELEWSKI et al., 2013). Apesar de ter como hospedeiro principal a abelha *Apis cerana* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Apidae), os problemas relacionados à virulência só começaram a ser mencionados quando este iniciou o parasitismo em *A. mellifera*. Os primeiros registros de parasitismo por *V. destructor* em *A. mellifera* foram relatados na década de 1980 (MORETO e MELLO-JUNIOR, 1999). O ácaro pode gerar um enfraquecimento da abelha pela sucção da hemolinfa ou como vetor de vírus, reduzindo drasticamente a vida útil da colônia. O transporte e a

comercialização de colmeias favorecem a disseminação do ectoparasita, que é considerado cosmopolita. Sem tratamento adequado, uma colmeia pode ser dizimada em até três anos (DIETEMANN et al., 2012) em função de reduções populacionais, com diminuições nas quantidades de abelhas campeiras (AMDAM et al., 2004; FREY e ROSENKRANZ 2014). Assim, com o parasitismo por *V. destructor* existe diminuição na coleta de recursos pelas abelhas adultas (MARTIN et al., 2010) e, conseqüentemente, ocorre o enfraquecimento da colmeia (BRODSCHNEIDER E CRAILSHEIM., 2010). O microsporídio *Nosema* spp. tem sido associado a perdas de colmeias de *A. mellifera* (PAXTON, 2010). No entanto os danos provocados pela doença, isoladamente, não são suficientes para dizimar uma colmeia, porém, ocorre uma redução significativa na produção colmeia. Nos últimos anos, tem sido relatada a presença de uma segunda espécie do gênero *Nosema* sobre *A. mellifera*, *Nosema ceranae* (Fries et al., 1996), (Dissociodihaplophasida: Nosematidae) a qual era relatada apenas atacando a abelha asiática *A. cerana*. Tanto *N. apis* quanto *N. ceranae* são microsporídios que parasitam as células epiteliais do intestino médio de abelhas (*A. mellifera*) adultas (FORGREN e FRIES, 2010). A *Nosema apis* apresenta variação no número de esporos produzidos durante o decorrer do ano, aumento durante os meses da primavera e outono, e diminuição no verão e inverno. Já *N. cerane* apresenta picos na primavera seguidos de diminuição nos meses do verão, e mantendo-se baixo durante os meses do outono e inverno (MULHOLLAND et al., 2012).

O comportamento de coleta das abelhas é fundamental para a manutenção da colônia, porém, propicia a exposição à contaminação e risco de morte em áreas onde tenham sido aplicados produtos fitossanitários

(WOLFF et al., 2008). Desta forma a ação de patógenos tem sido associada à utilização de agrotóxicos utilizados em culturas agrícolas. Segundo Botton et al. (2006), para se evitar perdas econômicas de produção há uma necessidade de intervenção de controle de lagartas durante o período da floração de macieiras. Com isso, as abelhas ficam expostas a ação de inseticidas, sem levar em consideração as aplicações de fungicidas para o controle de doenças, os quais pouco se sabe sobre seus efeitos secundários em abelhas. Estudos recentes na América do Norte demonstram que o pólen contaminado com fungicidas pode elevar a mortalidade de abelhas por reduzir a capacidade de resistência dessas a parasitas (PETTIS et al., 2013). Após a aplicação de inseticidas da classe organofosforado há reduções nas quantidades de abelhas forrageando flores (CHAMBO et al., 2010). Esses inseticidas são altamente tóxicos às abelhas *A. mellifera*, causando nas primeiras 20 horas de sua aplicação mortalidade superior a 90% (BAPTISTA et al., 2009). Os diferentes inseticidas utilizados podem agir de maneiras distintas, sendo relacionados com a perda de memória e poder de locomoção em alguns casos (ALIOUANE et al., 2009). Na utilização de inseticidas sistêmicos, há translocação do ingrediente ativo para todas as partes da planta, inclusive para flores, néctar e pólen, os quais ao serem coletados e armazenados, acabam expondo as abelhas a concentrações elevadas de princípio ativo. Os resíduos de pesticidas são encontrados nos diferentes recursos coletados pelas abelhas, tendo uma maior concentração no pólen em relação ao néctar (JOHNSON et al., 2010), sendo mencionada a ocorrência de resíduos das mais variadas classes de inseticidas. Tais aspectos, ao não serem levados em consideração, podem ocasionar perdas elevadas de produção por ineficiência da polinização das macieiras.

No Brasil, poucas são as informações sobre o comportamento de abelhas *A. mellifera* utilizadas nos serviços de polinização de macieiras, bem como os fatores que podem interferir nestes comportamentos. Assim, o presente estudo objetivou avaliar o comportamento e a sanidade de colmeias da abelha melífera (*A. mellifera*) utilizadas em serviços de polinização em pomar de macieiras no município de Vacaria, RS.

2 CAPÍTULO I

2.1 COMPORTAMENTO DE COLMEIAS DE *Apis mellifera* E COLETA DE RECURSOS ALIMENTARES, NO PERÍODO DE POLINIZAÇÃO DE MACIEIRAS

2.1.1 Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar atividades, e coleta de recursos por colmeias de *Apis mellifera* utilizadas em serviços de polinização de pomares de macieiras. O estudo foi realizado no município de Vacaria, RS onde foram avaliadas colmeias de *A. mellifera* durante o período de serviços de polinização em duas safras consecutivas 2014/15 e 2015/16. O estudo abrangeu investigações de atividade, e coleta de recursos coletados por abelhas *A. mellifera* durante e após os serviços de polinização. No decorrer do presente experimento as colmeias apresentavam atividades durante as avaliações com média de 30 a 40 abelhas observadas em cinco minutos. Independentemente do local de origem das colmeias ou safra de avaliação, o néctar foi o recurso preferido pelas abelhas. Foi verificado que 95% das abelhas buscaram o néctar enquanto apenas 5% efetuaram a busca de pólen.

Palavras-chave: Macieira, Polinização, Recursos florais, *Apis mellifera*

2.1.2 Abstract

This study aimed to evaluate activities, and gathering resources for hives of *Apis mellifera* used in pollination services of apple orchards. The study was conducted in the municipality of Vacaria, RS, evaluating hives of *A. mellifera* during the pollination services in two consecutive crop seasons 2014/15 and 2015/16. The study evaluated the bee's activity and the resources (nectar or pollen) collected by honeybees during and after pollination services. During the experiment, an average of 30 to 40 bees, each five minutes, were observed moving into and out of the beehives to gathering resources. Regardless of the place of origin of the hives or evaluation harvest, nectar was the preferred resource by bees. It was found that 95% of the bees have sought nectar while only 5% of the search effected pollen.

Keywords: Apple Trees, Pollination, Floral resources, *Apis mellifera*

2.1.3 Introdução

A exploração econômica da macieira incorporou inúmeros avanços tecnológicos, desde aspectos de manejo da planta até o desenvolvimento de novas cultivares adaptados às condições de produção do Brasil (FIORAVANÇO, 2009; BITTENCOURT et al., 2011). No entanto a polinização é que ainda carece de estudos. A macieira necessita da transferência de pólen entre cultivares compatíveis (PETRI, 2011) e, além disso, há a necessidade da atuação de visitantes florais para promover a formação e o desenvolvimento de frutos e aumento da produção (SANTOS et al., 2013; GARATT et

al., 2014; VIANA et al., 2014). Dentre os agentes polinizadores comumente encontrados visitando flores de macieiras, estão as abelhas, com destaque para a espécie *Apis mellifera* Linnaeus 1758 (Hymenoptera: Apidae) pela abundância (SANTOS et al., 2013) e eficiência (WOLFF et al., 2008).

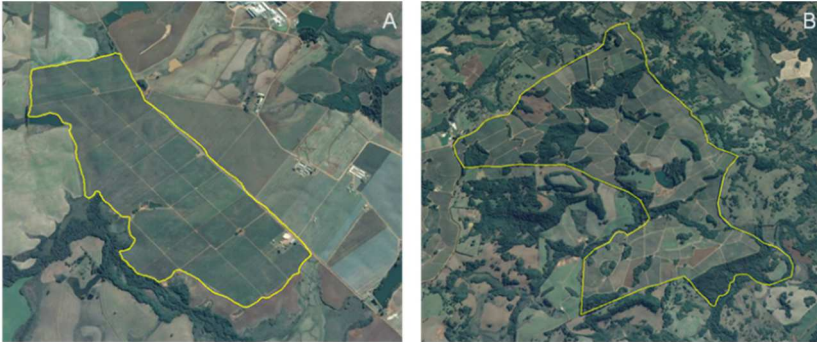
A formação de colmeias populosas de fácil manejo e transporte dos enxames, tornam *A. mellifera* a principal espécie de abelha utilizada em serviços de polinização de macieiras no Brasil. Apesar disso, há poucos estudos sobre o comportamento populacional das colmeias utilizadas no período de polinização. Tais informações permitem direcionar manejos adequados para otimizar o serviço de polinização das plantas de macieira e, ao mesmo tempo, manter as populações de abelhas estáveis ao longo do tempo. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivos avaliar o comportamento populacional e a preferência de coleta de recursos florais em colmeias de *A. mellifera* utilizadas em serviços de polinização em pomares de macieiras.

2.1.4 Material e Métodos

O estudo foi realizado em pomares comerciais de macieira das cultivares Royal Gala e Fuji Suprema, localizados no município de Vacaria, RS, nos períodos de 23/09/14 a 20/10/14 (safra 2014/15) (S28°25'40,5" e W050°53'35,9") e 02/09/15 a 15/10/15 (safra 2015/16) (S28°36'45,55" e W050°53'31,96") (Figura1). Para ambos os períodos de avaliação, foram formados dois grupos de 20 colmeias, cujas abelhas, antes de serem transportadas para o pomar, forrageavam em área de mata nativa e cultivo de canola (safra 2014/15) e em área de mata nativa e de reflorestamento com eucalipto (safra 2015/16).

Assim, o estudo foi realizado avaliando-se 40 colmeias onde todas foram, individualmente, identificadas de acordo com seu grupo.

Figura 1- Imagem aérea indicando (em destaque) os pomares de macieiras onde foram realizados os experimentos nas safras de 2014/15 (A), e safra 2015/16 (B)



Fonte: Google Earth, 2016.

As avaliações constituíram da obtenção de imagens fotográficas do alvado das colmeias, num total de três fotografias para cada colmeia, em intervalo de sete dias no decorrer do período de floração das macieiras. Para tanto, o alvado das colmeias foi obstruído com auxílio de uma malha branca flexível de náilon por um período padrão de 5 minutos (Figura 2).

Figura 2- Grupo de colmeias de *Apis mellifera* em pomar de macieiras cobertas com malha branca flexível de náilon para retenção de abelhas campeiras no alvado (A), entrada do alvado obstruído (B), acumulado de abelhas retornando a entrada do alvado após cinco minutos de obstrução (C).



Fonte: Produção do próprio autor, 2014.

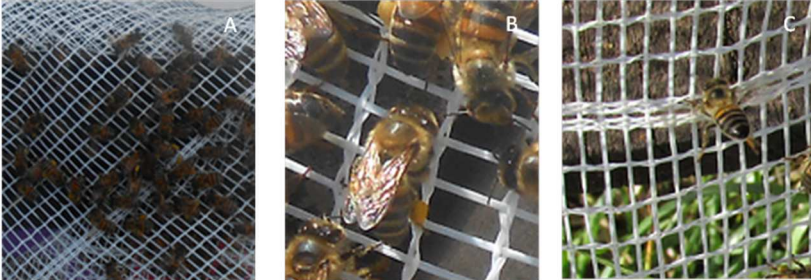
As avaliações foram efetuadas sempre no mesmo horário, entre 10 e 14h onde é referida a maior atividade de *A. mellifera* na região (SANTOS et al., 2013). As variáveis analisadas foram a atividade (Figura 3) e a coleta de recursos por abelhas campeiras nos pomares de macieira (Figura 4A). Foi considerado como coleta de pólen quando as abelhas tinham sua presença nas corbículas e a coleta de néctar/água quando não havia pólen (Figura 4B e C).

Figura 3- Colmeia sem atividade de abelhas campeiras de *A. mellifera* (A), colmeia com atividade de abelhas campeiras (B), no período de cinco minutos.



Fonte- Produção do próprio autor, 2015.

Figura 4- Colmeia com abelhas (*A. mellifera*) campeiras retornando com características de coleta de pólen e néctar (A), abelhas com presença de pólen nas corbículas (B), abelhas com característica de coleta de néctar/água sem presença de pólen (C).



Fonte- Produção do próprio autor, 2015.

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade por Hartley e Bartlett. As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Qui-quadrado Heterogeneidade K (2X2) a 5% de probabilidade de erro. Além disso, foram obtidos os percentuais do recurso coletado (pólen ou néctar/água) por colmeia.

2.1.5 Resultados e Discussão

As colmeias utilizadas em serviços de polinização das macieiras apresentaram comportamento diferenciado no que diz respeito à atividade de coleta de recursos nos pomares. Na safra 2014/15, praticamente a metade das colmeias das áreas de mata (48,6%) e oriundas de cultivo de canola (49,5%) não mostraram atividade externa. Resultados semelhantes foram obtidos na safra 2015/16, onde 41,5%, onde as colmeias oriundas de mata e 17,6%

de área de eucalipto também não mostraram atividade no período. Embora preocupante, a reduzida atividade externa de abelhas pode ser explicada pelas condições ambientais (FUNARE et al., 2003; FONSECA & KERR, 2006; PEREIRA et al., 2013), onde correlações negativas entre o número de abelhas forrageando flores de macieiras e a umidade relativa do ar são relatadas (SANTOS et al., 2013). De fato, o período de floração das macieiras do presente estudo foi caracterizado pela ocorrência de intensos períodos de precipitação pluviométrica. Nas duas safras de estudo, foram verificadas chuvas que compreenderam 40 e 45% dos dias de florada da macieira, com registro de chuva acumulada de 318 mm e 397 mm, para as safras 2014/15 e 2015/16, respectivamente. A condição de elevada precipitação pluviométrica limita o trabalho externo das abelhas campeiras, assim como a menor radiação solar, o que pode explicar os resultados obtidos. Somado a isso, os recursos alimentares disponibilizados pelas plantas às abelhas também são afetados pelas condições ambientais, que podem somar-se e implicar em redução na atividade externa de abelhas nos pomares.

Ao levar em consideração que as condições de uma colmeia podem ser avaliadas pelas quantidades de abelhas campeiras retornando do campo após a coleta de recursos, é possível observar que, as médias de abelhas campeiras retornando as colmeias utilizadas, foram de 29,3 a 43,6, em cinco minutos de observação. Destas, uma média de 27,5 a 40,8 abelhas retornavam do campo, com características de coleta de néctar/água, e 1,5 a 2,8 abelhas retornava com pólen. Não foram observadas diferenças significativas para as colmeias de origens diferentes, utilizadas na mesma safra, pelo teste Qui-quadrado Heterogeneidade $K(2 \times 2)$ a 5% de probabilidade (Tabela 1). Com uma maior procura das abelhas

campeiras por néctar em lação a pólen com cerca de 95 e 5% respectivamente.

Tabela 1: Número médio (\pm Erro Padrão) de abelhas campeiras fotografadas no alvado de colmeias utilizadas em serviços de polinização de macieiras com recurso pólen, néctar/água em duas safras seguidas na cidade de Vacaria, RS.

Safra/origem	Número médio (\pm Erro Padrão) de abelhas coletando			total de abelhas com pólen coletado (%)
	Pólen	Néctar/água	Total	
2014/15				
Mata	1,8 \pm 0,51	27,5 \pm 7,12	29,3 \pm 7,42	4,1
Canola	2,8 \pm 1,13	40,8 \pm 13,72	43,6 \pm 12,07	3,8
Probabilidade	0.9346	0.0541		
2015/16				
Mata	2,0 \pm 0,66	34,0 \pm 7,87	36,0 \pm 8,11*	4,6
Eucalipto	1,5 \pm 0,67	29,2 \pm 5,18	30,7 \pm 5,36	3,3
Probabilidade	0.2946	0.2235		

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Em ambas as safras, o número médio do total de abelhas em atividade de coleta de recursos não diferiu em função da origem da colmeia (Tabela 1). Na safra 2014/15 foi computada uma média de abelhas voltando as colmeias em cinco minutos entre 29,3 \pm 7,42 e 43,6 \pm 12,07 para as colmeias com origem em mata e canola, respectivamente. Na safra seguinte o valor numérico foi menor, estando entre 36,0 \pm 8,11 e 30,7 \pm 5,36 abelhas para cada cinco minutos para colmeias de mata e eucalipto, respectivamente (Tabela 1). A coleta de pólen foi o recurso menos procurado pelas abelhas, independentemente da origem da colmeia em ambas as safras (Tabela 1).

O comportamento apresentado pelos grupos evidenciando atividade de coleta de pólen entre 3,3 e

4,6% é preocupante, pois estes refletem justamente no interesse de levarem-se abelhas aos pomares de macieira, para, a realização da polinização. Resultados próximos aos obtidos são relatados por Santos et al., (2013) e Bizotto e Santos (2015), onde verificaram que cerca de 95% das abelhas durante o período de floração de macieiras no município de Vacaria, RS estavam à procura de alimento energético. Como as abelhas melíferas tendem a coordenar a ação de forrageamento de acordo com as necessidades da colônia (SCHNEIDER e MCNALLY, 1993), é possível que os resultados obtidos estejam ligados ao estado do enxame antes da entrada no pomar, uma vez que o comportamento de coleta de recursos por colmeias de *A. mellifera* é influenciado pelo estado populacional e de reservas de recursos presentes na colmeia. Em colmeias com elevada quantidade de larvas é observada uma maior procura por alimentos proteicos (pólen) (SCHAFASCHEK et al., 2008). Por outro lado, o inverso é observado quando há baixa população, onde há maior procura por alimentos energéticos (néctar). Assim, as condições em que as colmeias se encontravam no momento da florada podem regular ou influenciar o comportamento de coleta de recursos pelas abelhas campeiras. Em colmeias com poucas áreas de crias, normalmente vindas de áreas de baixa oferta de alimentos durante o inverno (áreas de mata 2014/15, mata e reflorestamento com eucalipto 2015/16), as abelhas campeiras tendem a direcionar suas coletas para alimentos energéticos (néctar), a fim de estimular a postura da rainha e aumentar a população do enxame. Segundo Silva et al. (2010) colmeias destinadas a produção de pólen que receberam alimentação energética momentos antes do início dos serviços de polinização obtiveram maiores quantidades de coleta do recurso em comparação a colmeias sem o estímulo energético. De

certa forma, os resultados obtidos no presente estudo remetem a necessidade de suplementação dos enxames antes do serviço de polinização, com o intuito de elevar a atividade de coleta de pólen no interior do pomar. Assim, em se tratando de colmeias para serviços de polinização é necessário o uso de colmeias com estados populacionais adequados, para que possa ocorrer a coleta do recurso pólen pelas abelhas em maior quantidade.

2.1.6 Conclusão

Parte das colmeias utilizadas na polinização de macieiras não mostraram atividade de coleta de recursos florais independentemente da origem antes da entrada no pomar. O recurso floral menos coletado foi o pólen, o que remete a necessidade de suplementação das populações antes do uso em serviços de polinização de macieiras.

3 CAPÍTULO II

3.1 AVALIAÇÃO DE PARASITISMO POR *Varoa destructor* E *Nosema* sp. EM COLMEIAS DE *Apis mellifera* UTILIZADAS NA POLINIZAÇÃO DE MACIEIRAS

3.1.1 Resumo

O presente estudo teve como objetivos avaliar o parasitismo por *Varoa destructor* e a presença de *Nosema* sp. em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização em pomares nas safras consecutivas (2014/15 e 2015/16). O estudo abrangeu investigações de sanidade de colmeias antes, durante e após os serviços de polinização de pomares de macieiras. Em ambas as safras, as colmeias utilizadas apresentaram médias que variaram de 3,0 a 6,7 % de parasitismo. Houve aumento nos níveis de parasitismo no período da polinização, em colmeias fortes, já em colmeias com populações menores se observa o mesmo comportamento. A presença de esporos de *Nosema* sp. foi constatada apenas em colmeias utilizadas na safra de 2014/15.

Palavras-chave: *Apis mellifera*, polinização, *Malus domestica*, sanidade de colmeias, parasitas

3.1.2 Abstract

This study was carried out aiming to evaluate the *Varroa destructor* parasitism and the presence of *Nosema* sp. into *Apis mellifera* hives used for pollination services in apple orchards in the course of two consecutive seasons (2014/15 and 2015/16). The study covered hives health investigations before, during and after the pollination services of apple orchards. In both crops, beehives used had average ranging from 3.0 to 6.7% of parasitism by *V. destructor*. There was an increase in parasitism levels in the period of pollination in strong hives, since hives with smaller populations have not followed the same behavior. The presence of *Nosema* sp. spores was observed only in hives used in the 2014/15 harvest, and did not occur in the 2015/16 harvest.

Keywords: Honey bee, pollination, *Malus domestica*, beehives sanity

3.1.3 Introdução

A apicultura é uma atividade que agrega aspectos positivos tanto no âmbito social como no econômico e ambiental. Por apresentar baixo investimento financeiro (RIBEIRO, 2009) essa atividade se destaca como uma alternativa de renda, pela a comercialização de produtos apícolas e também pelo aluguel de colmeias para serviços de polinização. Conforme Hartfelder (2013), para o apicultor e o ambiente o ganho obtido com o aluguel das colmeias para os serviços de polinização, do ponto de vista ecológico e econômico, é muito maior do que o oriundo da produção de mel. As abelhas como polinizadores naturais prestam um serviço agroecossistêmico que contribui diretamente com a

produção de alimentos em quantidade e qualidade (REISDÖRFER, 2006).

A macieira depende da polinização cruzada para frutificação e, para tanto, necessitam de agentes polinizadores, tais como insetos para que ocorra a transferência de pólen entre cultivares compatíveis (PETRI, 2006). Entre os polinizadores naturais nos pomares de macieiras às abelhas da espécie *Apis mellifera* têm sido utilizadas com sucesso. A possibilidade dessas abelhas ser mantidas em colmeias racionais e populosas é uma vantagem, pois permite adotar técnicas de manejo e, ao mesmo tempo, serem facilmente transportadas para pomares durante o período de floração para serviços de polinização (FREITAS e ALVES, 2008; PARK et al., 2000). No entanto, recentes observações relacionadas ao declínio da abundância de polinizadores, incluindo a queda no número de colmeias de *A. mellifera* apontam para a necessidade de investigações científicas sobre o tema. O uso de agrotóxicos nos pomares de macieira durante o período de floração pode gerar “estresse” para as abelhas, refletindo em perdas populacionais das colmeias por mortalidade, enfraquecimento e/ou susceptibilidade a ataque de parasitas. Dentre os parasitas, o ácaro *Varroa destructor*, conhecido comumente como varroa, é considerado, mundialmente, o mais importante (TURCATTO et al., 2012). Outro agente de elevado impacto negativo é o microsporídio *Nosema* sp., apontado como o grande motivo do desaparecimento de inúmeras colmeias nos EUA e na Europa no ano de 2008 (MENDOZA et al., 2014; WILLIAMS et al., 2011). A utilização de agrotóxicos no período de polinização poderia também estar favorecendo a incidência de *Nosema ceranae* em colmeias de *A. mellifera* (PETTIS et al., 2013). A redução das áreas de crias e das reservas alimentares em colmeias de *A.*

mellifera que estão em serviço de polinização são sinais de alterações fisiológicas e comportamentais que comprometem a manutenção e o desenvolvimento das colmeias (LEE et al., 2010). Assim, a ação de parasitismo associado com a utilização de agrotóxicos durante serviços de polinização poderia estar interferindo, negativamente, na dinâmica populacional das colmeias (PEGORARO et al., 2013). No Brasil, poucas são as informações sobre a ocorrência de *V. destructor* e de *Nosema* sp., e de suas influências sobre as variações populacionais nas colmeias de *A. mellifera* utilizadas em serviços de polinização de macieiras. Dessa forma, o presente estudo objetivou avaliar a intensidade natural de parasitismo de *V. destructor* e dos índices de infecção de *Nosema* sp. em colmeias de *A. mellifera* utilizadas em serviços de polinização em pomar de macieiras no município de Vacaria, RS.

3.1.4 Material e Métodos

O estudo foi realizado em pomares comerciais de macieira das cultivares Royal Gala e Fuji Suprema, localizados no município de Vacaria, RS, nos períodos de 23/9/14 a 10/12/14 (safra 2014/15) (S28°25'40,5" e O50°53'35,9") e 02/9/15 a 15/12/15 (2015/16) (S28°36'45,55" e O50°53',31.96"). Para ambos os períodos de avaliação, foram formados dois grupos de 20 colmeias cujas abelhas, antes de serem transportadas para o pomar, forrageavam em área de mata nativa (Figura 5 A) e cultivo de canola (Figura 5 B) (safra 2014/15) e em área de mata nativa (Figura 5 C) e de reflorestamento com eucalipto (Figura 5 D) (safra 2015/16). Assim o estudo foi realizado avaliando-se 40 colmeias onde todas foram, individualmente, identificadas de acordo com seu grupo.

Figura 5- Imagens aéreas e caracterização dos apiários, área de mata (A) e cultivo de canola (B) safra 2014/15, área de mata (C) e reflorestamento com eucaliptos (D) safra 2015/16.



Fonte: Imagens aéreas Google Earth 2016. Imagens fotográficas produção do próprio autor, 2014 e 2015.

Foram realizadas três avaliações em etapas distintas: (1ª) 45 dias antes da remoção das colmeias para

os serviços de polinização (no local de origem da colmeia), (2ª) ao final do serviço de polinização (saída do pomar de macieiras) e (3ª) 45 dias após a retirada das colmeias do pomar (retorno as áreas de origem) (já em nova área de mata nativa). Em cada avaliação, coletou-se entre 100 a 150 abelhas adultas na área de cria. A coleta das abelhas foi realizada com pote plástico seguindo movimento de baixo para cima. As abelhas coletadas foram aprisionadas e mortas no próprio pote plástico (500 ml), que continha 200 mL de álcool 70%. No laboratório, cada abelha foi individualizada em tubo de ensaio contendo álcool 70%. Os tubos foram, manualmente, agitados por 1 minuto para o desprendimento dos ácaros. Após esse processo a solução foi vertida em peneira de 03,0 mm permitindo apenas a passagem do álcool e dos ácaros que, foram acondicionados em outro recipiente. No momento da avaliação a solução correspondente a cada abelha foi filtrada em papel filtro, após com o auxílio de estereomicroscópio contou-se o número de ácaros retidos (Figura 6).

Figura 6- Abelhas (*Apis mellifera*) e ácaros de *Varroa destructor* em solução aquosa (A), vista dorsal (B) e vista ventral de exemplar de *V. destructor* (C).



Fonte: Produção do Próprio autor, 2016.

Para a avaliação de nosemose, foram utilizadas 30 abelhas coletadas na área de cria. De cada abelha, com auxílio de pinça, destacou-se o abdome e colocou-se os

mesmos em um cadinho com 35 ml de água destilada, para trituração até formar um líquido homogêneo (Figura 7).

Figura 7- Abelhas sendo preparadas para análise da presença de *Nosema*, (A) abdome sendo destacado (B) e já destacado da abelha (C).



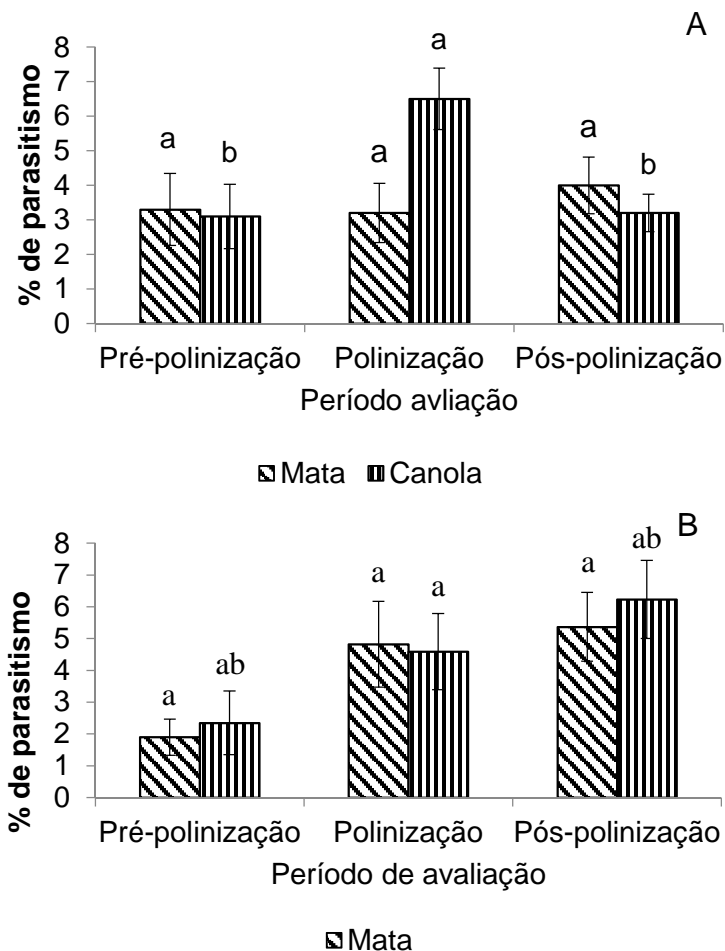
Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

A verificação prévia da presença de esporos de *Nosema* sp. foi realizada tomando-se, com uma alça de bronze, uma amostra da solução colocada sobre uma lâmina sobreposta por lamínula, que foi observada em microscópio óptico. Constatado a presença de *Nosema* sp., realizou-se a contagem de esporos em câmara de Neubauer. Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade por Hartley e Bartlett. As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro utilizando o software SASM – Agri (CANTERI et al., 2001).

3.1.5 Resultados e Discussão

Na safra 2014/15 verificou-se que os percentuais de parasitismo por ácaros de *V. destructor*, não diferiram nas colmeias oriundas de áreas de mata. As médias de parasitismo obtidas foram de 3% nos períodos de pré-polinização e polinização, com aumento para 4% após 45 dias da saída dos pomares (pós-polinização), (Figura 8A).

Figura 8- Percentual de parasitismo por *Varroa destructor* em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de pomares de macieiras, em três períodos de avaliação nas safras 2014/15(A) e 2015/16 (B).



Letras iguais, no grupo de origem das colmeias, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Já as colmeias que forrageavam na canola apresentavam média de parasitismo de 3,4% no período de pré-polinização, com aumento significativo para 6,8% no período de polinização e diminuição para 2,5% 45 dias após a saída do pomar (Figura 8A).

Na safra 2015/16 as colmeias oriundas da área de mata mostraram comportamento semelhante ao ocorrido na safra 2014/15, apresentando média de 3% de parasitismo no período de pré-polinização, com aumento para 4% na polinização, e 5% após 45 dias da polinização, porém não se observou diferenças significativas nos períodos avaliados (Figura 8B). Nas colmeias oriundas da área de reflorestamento com eucalipto houve elevação nas médias de parasitismo no período de polinização de 2% para 7% e redução para 6% após 45 dias da saída do pomar. Este resultado é semelhante ao ocorrido com as colmeias oriundas da canola na safra 2014/15, no entanto, também se observa diferenças significativas nos períodos avaliados (Figura 8B).

O aumento nos níveis de parasitismo por ácaros nas colmeias está associado a maior disponibilidade de recursos florais no início da primavera. Com o início das floradas, há maior oferta de recursos, o que promove estímulo reprodutivo às rainhas e, conseqüentemente, o aumento na área de prole do enxame (MESSAGE e GONÇALVES, 1995; PEGORARO et al., 2013). O aumento na quantidade de crias está ligado ao aumento nas incidências de *V. destructor* (PICCIRILLO e DE JONG, 2003; MESSAGE e GONÇALVES, 1995), uma vez que nas células de crias há maior atividade de abelhas para a alimentação da prole (LEE et al., 2010). A movimentação das abelhas adultas favorece a disseminação dos ácaros de varroa de uma área para outra no interior da colmeia. Além disso, as áreas de prole/cria de uma colmeia são os sítios obrigatórios de

reprodução dos ácaros, já que representam a fonte de alimento para as fases imaturas e machos adultos de *V. destructor*. Além disso, é relatada uma forte correlação negativa entre o parasitismo por varroa e a quantidade de áreas de crias em colmeias de *A. mellifera* (PEGORARO et al., 2013).

A elevação significativa da incidência de *V. destructor* nas colmeias oriundas da canola na safra 2014/15, em parte, pode ser explicada pela enxameação diagnosticada após sua entrada no pomar (Figura 9), o que reduziu o número de abelhas por colmeia e favoreceu o aumento da população do ácaro. Segundo Santos et al. (2014), a maior incidência de parasitismo por varroa é observada em enxames fracos e com posturas irregulares. Somado a isto, o parasitismo oculto em crias operculadas (não avaliados no presente estudo) podem ter elevado o percentual de varroa quando do menor número de abelhas no enxame.

Figura 9- Colmeias com características de enxameação, com acúmulo de abelhas no exterior (A e B), enxame presente em planta de macieira (C) no período de polinização, Vacaria, RS (safra 2014/15).



Fonte: Produção do próprio autor, 2014.

Os resultados médios obtidos de parasitismo por varroa (Figura 6 A e B) estão de acordo com os níveis relatados para a região sul do Brasil no período de realização do estudo, os quais variam de 4% (períodos mais quentes e de maior oferta de recursos do ano) até

17% (épocas de escassez de alimentos) (CASTAGNINO e ORSI, 2012; WIELEWSKI et al., 2013; ARAUJO et al., 2015).

Como o período de floração das macieiras é crítico para o estabelecimento de algumas doenças fitossanitárias (FIORAVANÇO et al., 2010) é comum haver a aplicação de fungicidas para o controle de tais doenças (BONETI et al., 1999). Foi observado que durante o período de floração e de polinização no decorrer da safra 2014/15 foram realizadas quatro aplicações dos fungicidas, Mancozeb; Pirimetanil; Difenoconazol; Ditianona e Propineb. Já na safra 2015/16 houve 11 intervenções com os produtos Clorotalonil; Pirimetanil; Mancozeb; Ditianona; Fluazinam; Difenoconazol; Captana e Tiofanato Metílico. Estudos recentes na América do Norte demonstram que o pólen contaminado com fungicidas pode elevar a mortalidade de abelhas por reduzir a capacidade de resistência dessas aos parasitas (PETTIS et al., 2013). É possível que os resultados obtidos no presente estudo estejam ligados a heterogeneidade genética das colmeias. Este fato pode explicar as grandes variações obtidas no presente estudo, ou seja, há um grau de resistência genética das populações de abelhas ao ácaro. É fato, que todos os enxames avaliados tiveram rainhas fecundadas livremente, o que pode ter conferido graus de resistências variados ao parasita. Como a infestação de ácaro em enxames depende da resistência genética da população de abelhas (MESSAGE & GONÇALVES, 1995), as condições de alta variabilidade genética encontrada nos híbridos de abelhas africanizadas do presente estudo podem ter sido os responsáveis pelas diferenças encontradas nos níveis de parasitismo (TORRES e BARETO, 2013). Assim, de uma maneira geral, os resultados indicam que a estada da colmeia no pomar de

macieira para serviço de polinização, não interferiu de forma acentuada no parasitismo de *V. destructor*, o qual parece estar associado a questões genéticas e populacionais dos enxames.

Neste estudo ocorreu baixa incidência de *Nosema* sp., registrando-se esporos do microsporídio somente em duas colmeias na safra de 2014/15, cujos valores variaram em média de 2 e 5 mil esporos/abelha. Segundo Clementino et al., (2015) é considerada infestação severa quando forem encontrados acima de 100/mil esporos de *Nosema* sp. por abelha, o que não ocorreu no presente estudo. Assim, para as colmeias avaliadas a presença de *Nosema* sp. não se caracterizou como um problema sanitário.

3.1.6 Conclusão

Os níveis de parasitismo obtidos em abelhas utilizadas em serviços de polinização em pomares de macieira no município de Vacaria, RS são variáveis e dependem da origem das colmeias.

O fato de não haver um manejo padrão de enxames, bem como de seleção genética de rainhas, não permite concluir que a estada no pomar de macieira eleva os índices de parasitismo por *V. destructor*.

O baixo número de colmeias associado a um baixo número de esporos de *Nosema* sp. por abelha mostra que a nosemose é uma enfermidade pouco expressiva nas colmeias avaliadas.

4 CAPÍTULO III

4.1 DINÂMICA DE ÁREAS DE RECURSOS ARMAZENADOS E PADRÃO POPULACIONAL EM COLMEIAS DE *Apis mellifera*, UTILIZADAS EM SERVIÇOS DE POLINIZAÇÃO DE MACIEIRAS

4.1.1 Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar as áreas de recursos armazenados, e áreas de imaturos em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas em polinização de pomares de macieiras. O estudo foi realizado no município de Vacaria, RS onde foram avaliadas colmeias de *A. mellifera* utilizadas em serviços de polinização nas safras (2014/15 e 2015/16) de macieiras. O estudo abrangendo investigações quantitativas de recursos e populações de imaturos em colmeias antes, durante e após os serviços de polinização. Há variações significativas nas áreas internas das colmeias utilizadas em serviços de polinização de macieiras, que estão ligadas aos locais de origem, antes da entrada dos enxames nos pomares. As colmeias oriundas de locais com grande oferta de recursos são os mais prejudicados pela estada no pomar.

Palavras-chave: Abelhas, larvas, recursos alimentares, polinização, *Malus domestica*

4.1.2 Abstract

This study aimed to evaluate the areas of stored resources, and areas of immature *Apis mellifera* hives used for pollination of apple orchards. The study was conducted in the city of Vacaria, where RS were evaluated hives of *A. mellifera* used in pollination services in two consecutive seasons (2014/15 and 2015/16) of apple trees. The study included quantitative investigation of resources and immature populations in hives before, during and after pollination services. There are significant variations in the internal areas of the hives used in apple pollination services, those linked to the places of origin, before the entry of the swarms in the orchards. Being in coming from places with large supply of resources are the most affected by the stay in the orchard.

Keywords: Bees, larvae, food resources, *Malus domestica*

4.1.3 Introdução

A exploração econômica da cultura da macieira é um exemplo de sucesso no Brasil. Em menos de 40 anos o país se tornou autossuficiente e exportador de parte da produção de maçãs (FIORAVANÇO, 2009; BITTENCOURT et al., 2011). No entanto, para manter o status econômico são necessárias investigações direcionadas aos diferentes ramos da produção, entre eles o manejo de enxames de abelhas utilizados na polinização dos pomares. A macieira é dependente da polinização cruzada (PETRI et al., 2011; GARRATT et al., 2014; SHEFFIELD, 2014), e para tanto precisa de um agente responsável para a transferência do pólen entre

variedades compatíveis. Entre os agentes que atuam na polinização, as abelhas melíferas se destacam, representando cerca de 97% dos polinizadores encontrados sobre as flores dessa frutífera. A abelha *Apis mellifera* é a espécie amplamente utilizada em serviços de polinização de macieiras no Brasil (SANTOS et al., 2013). Este fato deve-se facilidade de manejo e transporte dos enxames, elevada população de abelhas nas colmeias, e eficiência da espécie na polinização. No entanto, algumas lacunas ainda carecem de informações afim de melhorar o manejo dos enxames nos pomares, principalmente no que diz respeito à manutenção das populações de abelhas. O conhecimento dos recursos disponíveis no interior das colmeias e de áreas de crias nos períodos que antecedem a entrada no pomar, durante e após o serviço de polinização são fundamentais para a sustentabilidade dos enxames. Os recursos estocados nos enxames são utilizados pelas abelhas para a alimentação em períodos de escassez, sendo responsáveis pela sobrevivência das populações durante o inverno na região Sul do Brasil (CASTAGNINO et al., 2006). As abelhas que sobrevivem ao inverno são as responsáveis pelas primeiras coletas no início da primavera, as quais tem papel fundamental na dinâmica populacional do enxame. Em colmeias com elevada disponibilidade de recursos há maior crescimento populacional (MCNALLY e SCHNEIDER, 1992; SILVA e FREITAS, 2004). Segundo VIDAL et al. (2008) em períodos de maiores disponibilidades de recursos são observadas elevações nas quantidades de posturas efetuadas pela rainha (COSTA et al., 2007), principalmente quando há entrada de néctar no enxame. O estímulo reprodutivo nas rainhas permite a elevação populacional da colmeia e o fortalecimento da população. Colmeias fortes executam trabalhos de polinização mais eficientes (PEGORARO et al., 2013), e são aquelas que

tendem a resistir após períodos de estresse. São raras as informações disponíveis sobre a dinâmica interna de colmeias de *A. mellifera* utilizadas em serviços de polinização de macieiras. Tais informações permitem elaborar planos de manejo de colmeias com vista à sustentabilidade dos enxames utilizados em serviços de polinização. O presente estudo teve como objetivo avaliar a dinâmica de reservas de recursos e de imaturos em colmeias de *A. mellifera* utilizadas em serviços de polinização de pomares de macieiras em duas consecutivos.

4.1.4 Material e Métodos

O estudo foi realizado em pomares comerciais de macieira das cultivares Royal Gala e Fuji Suprema, localizados no município de Vacaria, RS, nos períodos de 23/9/14 a 10/12/14 (safra 2014/15) (S28°25'40,5" e O50°53'35,9") e 02/9/15 a 15/12/15 (2015/16) (S28°36'45,55" e O50°53',31.96"). Para ambos os períodos de avaliação, foram formados dois grupos de 20 colmeias cujas abelhas, antes de serem transportadas para o pomar, forrageavam em área de mata nativa e cultivo de canola (safra 2014/15) e em área de mata nativa e de reflorestamento com eucalipto (safra 2015/16). Assim o estudo foi realizado avaliando-se 40 colmeias onde todas foram, individualmente, identificadas de acordo com seu grupo. Foram realizadas três avaliações em etapas distintas: (1ª) 45 dias antes da remoção das colmeias para os serviços de polinização (no local de origem da colmeia), (2ª) ao final do serviço de polinização (saída do pomar de macieiras) e (3ª) 45 dias após a retirada das colmeias do pomar (retorno as áreas de origem) (já em nova área de mata nativa). As avaliações constituíram de

obtenção de imagens fotográficas de ambos os lados dos caixilhos de cada colmeia. Para padronização das imagens foi confeccionado um gabarito com um caixilho contendo fios de nylon no seu interior, os quais formavam 12 quadrados de 7x10cm. O gabarito era colocado na frente dos caixilhos das colmeias a uma distância de 80cm e obtido as imagens eram obtidas com câmera digital. (Figura 10).

Figura 10- Gabarito (A), caixilho sem presença de serra (B), imagem fotográfica do caixilho 1 lado A e (C) lado B (D).



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

Cada imagem foi analisada em tela de computador e, quantificou-se o percentual da área do caixilho com as seguintes variáveis: a) recurso armazenado (pólen e mel); b) cria aberta (larvas), c) cria operculadas (pupas) (Figura 11).

Figura 11- Favos contendo pólen e mel armazenados (A e B), área com larvas e crias operculadas (C e D).



Fonte: Produção do próprio autor, 2015.

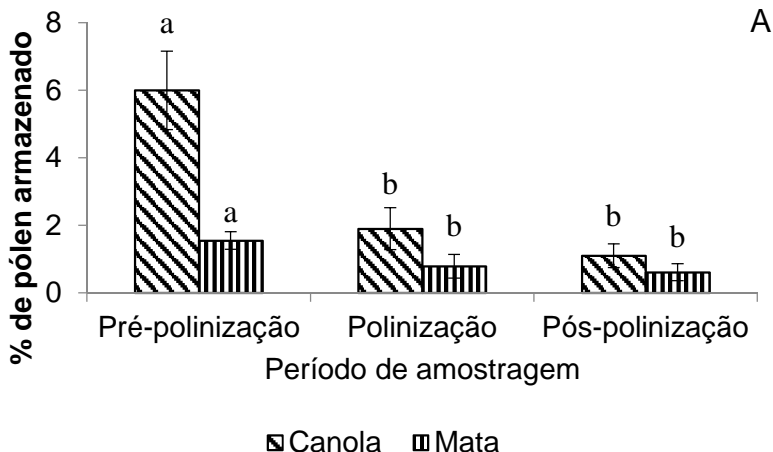
Todos os percentuais foram calculados tomando-se como base a área de favos presente em cada colmeia avaliada. Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade por Hartley e Bartlett. As médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software SASM – Agri (CANTERI et al., 2001).

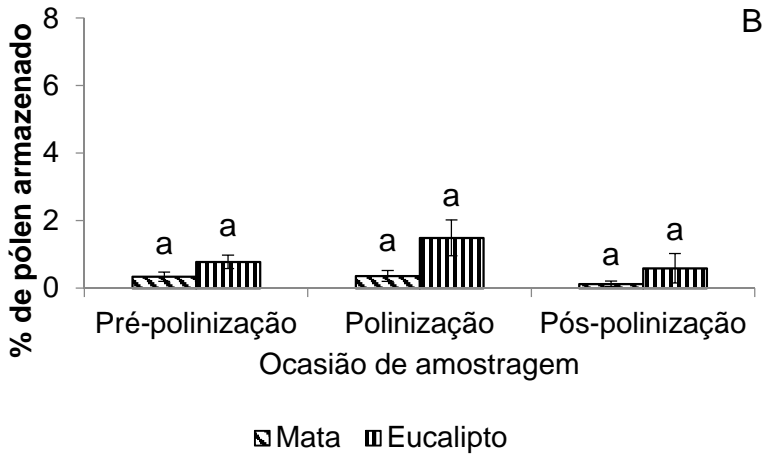
4.1.5 Resultados e Discussão

Recurso armazenado- Na safra 2014/15 houve reduções significativas nas quantidades de pólen para ambas as origens das colmeias, sendo mais acentuada a redução nas colmeias vindas da cultura da canola. Em tais enxames, as reduções foram de cerca de 60% nas áreas

de pólen entre os períodos de pré-polinização e polinização (Figura 12A). Porém, nos períodos de floração e pós-polinização não houve mais redução significativos percentuais de pólen encontrados nos enxames tanto de origem canola quanto de mata (Figura 12A). Na safra 2015/16 as colmeias avaliadas não diferiram na quantidade do recurso pólen nos três os períodos (Figura 12B)

Figura 12 - Percentual de áreas de pólen armazenado em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de macieiras, (Vacaria, RS, safras 2014/15 (A) 2015/16 (B)).



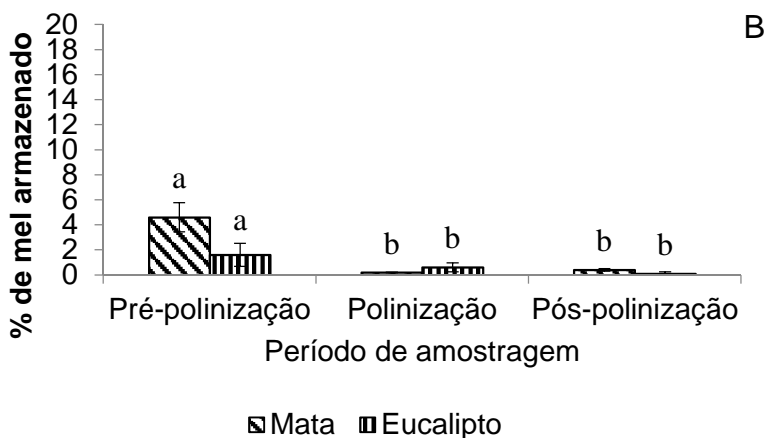
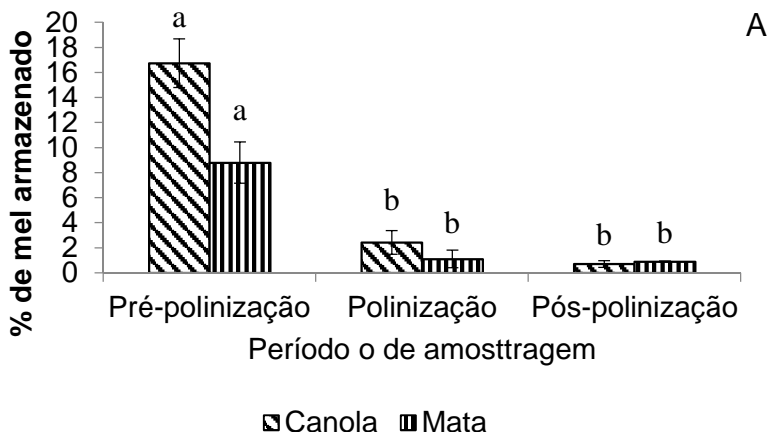


Letras iguais, no grupo de origem das colmeias, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Com relação ao armazenamento do recurso mel, verificou-se que, em ambas as safras e origem dos enxames, ocorreu redução significativa nos percentuais armazenados entre os períodos de pré-polinização e polinização, mantendo-se sem alterações significativas entre a polinização e a pós-polinização (Figura 13A e B). As colmeias oriundas de áreas de canola e de eucalipto foram aquelas que tiveram as maiores reduções nas áreas de mel armazenado, com perdas na ordem de 85% e 95,5%, respectivamente (Figura 13A e B).

Figura 13- Percentual de áreas de mel armazenado, em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de macieiras, (Vacaria, RS, Safras 2014/15 (A) e 2015/16 (B)).



Letras iguais, no grupo de origem das colmeias, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

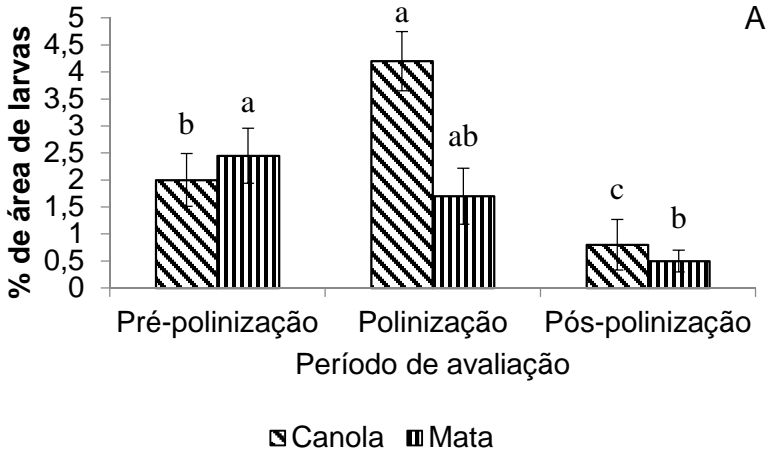
De acordo com WITTER et al., (2014) a canola fornece abundantes recursos para a sustentabilidade das populações de abelhas em períodos de escassez. As flores presentes da canola no final do inverno forneceram recursos em quantidades suficientes para a manutenção e expansão das populações das colmeias presentes na área. De fato, a cultura foi responsável pelas altas porcentagens de áreas ocupadas com recurso observadas nas colmeias (Figura 12A e 13A). A diminuição das áreas com reservas (pólen e mel) após a saída das colmeias do pomar é reflexo do consumo das reservas durante o serviço de polinização no interior do pomar de macieira. O resultado demonstra que a florada da macieira não foi capaz de manter as reservas internas dos enxames, principalmente, daqueles oriundos da canola. O enxameamento observado no interior do pomar em colmeias da canola possa, em parte, explicar os resultados obtidos, uma vez que, as abelhas armazenam recursos da colônia mãe e os levam para formação da nova família (SCHNEIDER e MCNALLY, 1993). Além disso, O enxame remanescente sofre por redução na quantidade de abelhas campeiras, justamente no período de oferta de recursos pelas macieiras. Aliado as variações populacionais, as condições climáticas também podem influenciar na disponibilidade de recursos florais e no comportamento de coleta das abelhas campeiras (FUNARI et al., 2003; FONSECA e KERR, 2006; PEREIRA et al., 2103). O período de polinização de macieiras tem sido caracterizado pela ocorrência de intensos períodos de precipitação pluviométrica nos últimos anos (FIORAVANÇO et al., 2010). De fato, nos dois anos de estudo ocorreu chuvas que compreenderam, em média, de 40 a 45% dos dias de florada da macieira, com chuva acumulada de 318mm e 397mm para safra 2014/15 e 2015/16 respectivamente. Esta condição limita

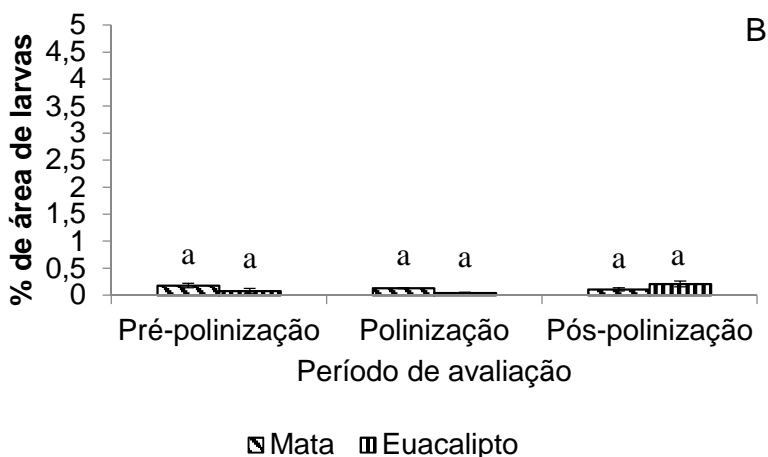
o trabalho externo das abelhas campeiras. Somado a isso, na safra 2015/16 houve a ocorrência do fenômeno El Niño que elevou as chuvas na região sul do Brasil no período de floração (ORTH et al., 2016). As condições de elevada precipitação decorrentes de desse período aleatório podem explicar as baixas quantidades de reservas observadas nos enxames para os períodos de polinização e pós-polinização, as quais ficaram abaixo de 2% na safra 2015/16. Estes índices de reservas de recursos estão abaixo dos menores níveis já relatados que foram de 4% (COUTO e COUTO, 1988; COSTA et al., 2007). De fato, variações nas quantidades de reservas de alimentos podem ser reguladas por questões ambientais, uma vez que interferem na disponibilidade de recursos florais para os enxames (FUNARI et al., 2003). No entanto, os níveis baixos de recursos diagnosticados as colmeias são preocupantes, uma vez que podem levar às colmeias mais debilitadas a morte (PEGORARO et al., 2013). Abelhas que ficam em colmeias fracas tendem a desaparecer, se as condições de oferta de recursos não sofreram modificações em um curto espaço de tempo (SCHNEIDER e MCNALLY, 1993).

Padrão populacional- Na safra 2014/15, às áreas ocupadas com larvas nas colmeias vindas da canola mostraram diferenças significativas entre os períodos avaliados. Houve elevação significativa entre o período de pré-polinização e polinização, e posterior redução no período de pós-polinização (Figura 14A). Por outro lado, nas colmeias vindas de áreas de mata não foram observadas variações significativas para os períodos de pré-polinização e polinização, ocorrendo apenas diferenças quando comparados os períodos de pré-polinização e pós-polinização (Figura 14A). Na safra 2015/16 não foram encontradas diferenças significativas

na área ocupada com larvas em todos os grupos de colmeias avaliados (Figura 14B).

Figura 14 - Percentual de áreas de larvas em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de pomares de macieiras, Vacaria, RS, safras 2014/15 (A) e 2015/16 (B).



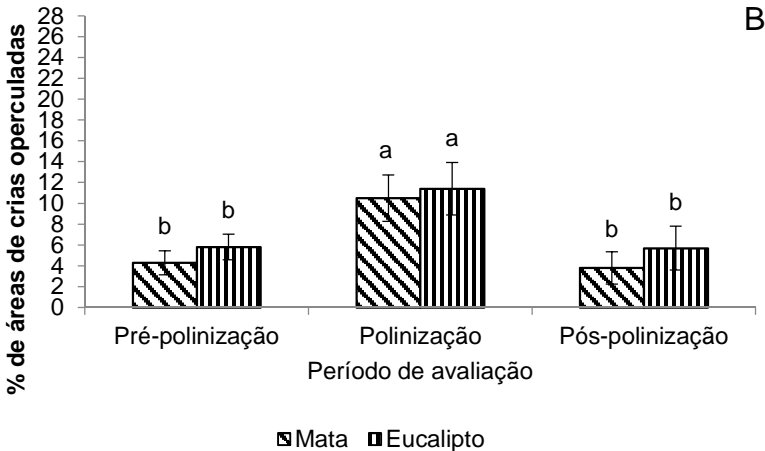
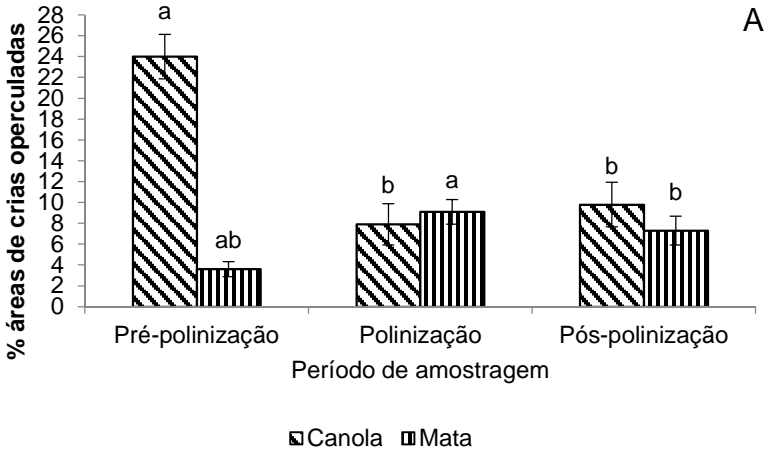


Letras iguais, no grupo de origem das colmeias, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Produção do próprio autor, 2016.

Com relação às áreas de crias operculadas, as colmeias oriundas de canola mostraram redução significativa entre os períodos de pré-polinização, polinização e pós-polinização, sem haver diferença nos três períodos de avaliação (Figura 15A). Nas colmeias oriundas da área de mata o contrário foi verificado, onde uma elevação significativa no percentual de crias operculadas foi verificado entre a pré-polinização e os demais períodos avaliados (Figura 15A). As colmeias avaliadas na safra 2015/16 apresentaram comportamento similar a safra anterior, com aumento significativo nas áreas de crias operculadas para o período da polinização, e posteriores decréscimo nos níveis após 45 dias da saída dos enxames do pomar (Figura 15B).

Figura 15 - Percentual de áreas de crias operculadas, em colmeias de *Apis mellifera* utilizadas na polinização de pomares de macieiras, Vacaria, RS, safras 2014/15 (A) e 2015/16 (B).



Letras iguais, no grupo de origem das colmeias, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte:

Produção do próprio autor, 2016.

Os resultados demonstram que as colmeias que passaram o período de escassez de alimento em lavoura de canola foram as mais susceptíveis a variações populacionais no interior do pomar de macieira. Por outro lado, as colmeias oriundas de áreas de menor oferta de alimentos para abelhas (matas e reflorestamento de eucalipto) mostraram ganhos pela estada no pomar. Este resultado demonstra que o pomar de macieira pode ser uma importante fonte de recursos, entretanto, está ligada a origem do enxame antes do serviço de polinização. Como já relatado, o fenômeno de enxameação observado no pomar, justamente nas colmeias oriundas de canola, parece refletir numa reorganização populacional do enxame, com implicações diretas na coleta de recursos e dinâmica da população interna do enxame. Por outro lado, enxames mais fracos sofrem estímulos em decorrência da maior oferta de alimentos disponíveis no pomar de macieira. O maior fluxo de alimento energético (néctar) numa colmeia é correlacionado, positivamente, com o incremento de posturas e, conseqüentemente, ao aumento do percentual de áreas de cria do enxame (FUNARI et al., 2003; SCHAFASCHEK et al., 2008; SILVA et al., 2010). Segundo Bizotto e Santos (2015), o principal recurso coletado por *A. mellifera* durante o período de floração de macieiras é o néctar, o que pode explicar o crescimento populacional nos enxames oriundos das áreas de matas e de eucalipto.

A prole de um enxame está ligada às fontes de recursos (MATTILA et al., 2001), sendo que em condições de poucas ofertas de alimentos, são observadas reduções nas áreas de crias de colmeias de abelhas melíferas (COSTA et al., 2007; VIDAL et al., 2008; GENERSCH et al., 2010). A postura efetuada pela rainha é dependente de diversos fatores, tais como, disponibilidade de áreas para postura, recursos e abelhas adultas para alimentar

as larvas (SILVA e FREITAS, 2004). As maiores quantidades de áreas de prole observadas nas colmeias vindas do reflorestamento de eucaliptos em comparação as colmeias das áreas de matas é reflexo da disponibilidade de recursos ofertados pelas plantas de eucaliptos para o enxame (RUSIG et al., 2002).

4.1.6 Conclusões

Existem variações significativas nas condições populacionais e de recursos armazenados em colmeias utilizadas em serviços de polinização de macieiras. As variações estão ligadas ao local de origem do enxame antes da entrada no pomar, sendo que os oriundos de locais com grande oferta de alimento são os mais prejudicados pela estada no pomar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações referentes aos comportamentos de colmeias de *Apis mellifera* bem como os fatores que podem comprometer sua eficiência na polinização de culturas são de extrema importância para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

Foi observado no decorrer do estudo a inexistência de padronização das populações de *A. mellifera* e a distribuição das colmeias nos pomares de macieiras. A falta de preparação destas pode interferir ou limitar os serviços de polinização efetuados pelas colmeias.

Para próximos trabalhos, fatores como a preparação prévia das colmeias, padronização de rainhas jovens e de mesma linhagem, estimulação das colmeias com dietas energéticas para elevação e equilíbrio das populações em números adequados entre adultos e imaturos antes e após o serviço de polinização, são aspectos que devem ser investigados. Além disso, são necessários estudos em função da origem da colmeia sobre o comportamento de forrageamento das abelhas no interior dos pomares e sua preferência por espécies vegetais que não sejam a cultura da macieira.

REFERÊNCIAS

ALIOUANE, Y. et al. Subchronic exposure of honeybees to sub lethal doses of pesticides: effects on behavior; **Environmental Toxicology and Chemistry**. v.28, n.1, p.113-122, 2009.

AMDAM, G. V. et al. Altered physiology in worker honey bees (Hymenoptera: Apidae) Infested with the mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae): A Factor in Colony Loss During Overwintering? **Journal of Economic Entomology**. v.97, n.3, p.741-747, 2004.

ARAÚJO, F. H. et al. Monitoramento e controle do ácaro *Varroa destructor* em colmeias de abelhas *Apis mellifera*. **Epagri**. p.1-10, 2015.

BAPTISTA, A. P. M. et al. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados em citros para *Apis mellifera*. **Ciência Rural**. v.39, n4, p. 955-961, 2009.

BITTENCOURT, C. C. et al. Cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e packing house. **Revista de Administração Pública**. v.45, n.4, 2011.

BIZOTTO, L. A.; SANTOS, R. S. S. Dinâmica de voo e coleta de recursos por *Apis mellifera* em pomar de macieira. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**. v.11 n.21; p.3499-3506, 2015.

BONETI, J. I. da S.; RIBEIRO, L. G.; KATSURAYAMA, Y. Manual de identificação de doenças e pragas da macieira. **Epagri**. 1999. 149p.

BOTTON, M.; ARIOLI, C. J.; MULLER, C. Controle de lagartas no período de floração da macieira. **Agapomi**. n. 145, p. 06-07, 2006.

BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K.; Nutrition and health in honey bees; **Apidologie** disponível em <<http://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/2010/03/m09120.pdf>> acesso em: 26/10/2014

CANTERI, M. G. et al SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**. v.1, n.2, p.18-24. 2001.

CARVALHO, V. R. F. Maçã. 2. Cadeia produtiva. Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Superintendência de Planejamento. Cadeia produtiva da maçã no Brasil: limitações e potencialidades. Porto Alegre: **BRDE**, 2011, 44 p. disponível em:< http://www.brde.com.br/media/brde.com.br/doc/estudos_e_pub/NT%202011-04%20Maca.pdf> acesso em: 04/11/2014.

CASTAGNINO, G. L. et al. Desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentados com suplemento aminoácido vitamínico, Promotor L®. **Ciência Rural**. v.36, n.2, p.685-688, 2006.

CASTAGNINO, G.L.B.; ORSI, R.O. Produtos naturais para o controle do ácaro *Varroa destructor* em abelhas africanizadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.47, n.6, p.738-744, 2012.

CHAMBÓ, E. D. et al. Aplicação de inseticida e seus impactos sobre a visitação de abelhas (*Apis mellifera* L.) no girassol (*Helianthus annuus* L.); **Revista Brasileira de Agroecologia**. v.5, n.1, p.37-42, 2010.

CLEMENTINO, D.C. et al. Ocorrência da Nosemose em colônias de *Apis mellifera* L. em apiário no município de Lagoa do Ouro, Microrregião de Garanhuns, Pernambuco. In... **Anais X Congresso Nordestino de Produção Animal**. Disponível em <<http://www.cnpa2015.com.br/anais/resumos/R0142-2.PDF>> acesso 14/05/2016.

COSTA, F. M. et al. Desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas na região de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v. 29, n. 1, p. 101-108, 2007.

COUTO L. A.; COUTO R. H. N. Estudo do fornecimento de ração proteica em colmeias de *Apis mellifera* infestadas com *Varroa Jacobson*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.23, n.2, p.119-122, 1988.

DEPRÁ, M. S. et al. Pollination deficit in open-field tomato crops (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) in Rio de Janeiro State, Southeast Brazil. **Journal of Pollination Ecology**. v.12, n.1, p.1-8, 2014.

DIETEMANN, V. et al. *Varroa destructor*: research avenues towards sustainable control, **Journal of Apicultural Research**. v.51, n.1, p.125-132, 2012.

FIORAVANÇO, J. C. Maçã Brasileira: da importação à auto-suficiência e exportação - a tecnologia como fator determinante. **Informações Econômicas**. v.39, n.3, p.56-67, 2009.

FIORAVANÇO, J.C. et al. Condições Meteorológicas e sua Influência na Safra de Maçã 2009/10 na Região de Vacaria, RS. Comunicado Técnico n.100. **Embrapa Uva e Vinho**. 2010.

FONSECA, V. M. O.; KERR, W. E. Influência da troca de rainha entre colônias de abelhas africanizadas na produção de pólen. **Bioscience Journal**. v.22, n.1, p. 107-118, 2006.

FORSGREN, E.; FRIES, I.; Comparative virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in individual European honey bees; **Veterinary Parasitology**. v.170, v.3-4, p. 212-217, 2010.

FREITAS, B.M; ALVES, J.E. Efeito do número de visitas florais da abelha melífera (*Apis mellifera* L.) na polinização da goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Paluma. **Revista Ciência Agronômica**. v.39, n.1, p. 148-154, 2008.

FREY, E.; ROSENKRANZ, P. Autumn invasion rates of *Varroa destructor* (*Mesostigmata: Varroidae*) into honey bee (Hymenoptera: Apidae) colonies and the resulting increase in mite populations. **Journal of Economic Entomology**. v.107, n.2, p.508-515, 2014.

FUNARI, S. R. C. et al. Efeitos da coleta de pólen no desenvolvimento de colônias e na composição bromatológica de pupas de *Apis mellifera* L. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. v.11, n.2, p. 80-86, 2003.

GARRATT, M. P. D. et al. Pollination deficits in UK apple orchards. **Journal of Pollination Ecology**. v.12, n.2, p. 9-14, 2014.

GARRATT, M.P.D. et al. Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.184, p.34– 40, 2014.

GENERSCH, E. et al. The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. **Apidologie**, Springer-Verlag. v.41, n.3, p. 332–352, 2010.

HARTFELDER, K. Polinizadores do Brasil. **Revista Estudos Avançados**. v.27, n. 78, p.303-306, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Levanto Sistemático de Produção Agrícola. v.27 n.01 p.1-85, 2014.

JOHNSON, R. M. et al. Pesticides and honey bee toxicity – USA; **Apidologie** disponível em <<http://www.apidologie.org/articles/apido/pdf/2010/03/m09141.pdf>> acesso em: 26/10/2014.

LEE K.V. et al. Practical sampling plans for *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies and apiaries. **Journal of Economic Entomology**. v.103, n.4, p.1039-1050, 2010.

MARTIN, S. J.; BALL, B. V.; CARRECK, N. L. Prevalence and persistence of deformed wing virus (DWV) in untreated or acaricide-treated *Varroa destructor* infested honey bee (*Apis mellifera*) colonies. **Journal of Apicultural Research**. v. 49, n.1, p.72-79, 2010.

MATTILA, H. R.; et al. Timing of production of winter bees in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. **Insectes Sociaux**. v. 48, n.2, p. 88–93, 2001.

MCNALLY, L.C.; SCHNEIDER, S.S. Seasonal cycles of growth, development and movement of the African honey bee, *Apis mellifera scutellata*, in Africa. **Insectes Sociaux**. v.39, n.2, p.167-179, 1992.

MENDOZA, Y. et al. *Nosema ceranae* and RNA viruses in european and africanized honeybee colonies (*Apis mellifera*) in Uruguay. **Apidologie**. Springer-Verlag. v. 45, n. 2, p. 224-234, 2013.

MESSAGE, D.; GONÇALVES L.S. Effect of the size of worker brood cells of Africanized honey bees on infestation and reproduction of the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. **Apidologie**, Springer-Verlag. v.26 n.5, p.381-386, 1995.

MESSAGE, D et al. Colapso de colônias de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) no Brasil. **Revista de Educação Continua em Medicina Veterinaria e Zootecnia**. v.9 n.3, p.59, 2011.

MINISTÉRIO DO TRABALHO, Cadastro geral de empregados e desempregados **CAGED** – LEI 4.923/65 SÍNTESE DO COMPORTAMENTO DO MERCADO DE TRABALHO FORMAL disponível em < <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A3CB9D408013D01FAD80C470F/RS%20janeiro%202013.pdf>> acesso em: 25/10/2014.

MORETTO, G.; MELLO JUNIOR L. J. *Varroa jacobsoni* infestation of adult Africanized and Italian honey bees (*Apis mellifera*) in mixed colonies in Brazil. **Genetic Molecular Biologic**. v.22 n.3, p.321-322, 1999.

MULHOLLAND, G. E et al. Individual Variability of *Nosema ceranae* Infections in *Apis mellifera* Colonies. **Insects**. v.3, n.4, p.1143-1155, 2012,

ORTH, A. I. et al. As chuvas intensas do El Niño de 2015 e a frustração na apicultura catarinense. **Informativo Zum Zum**. v. 50, n. 357, p. 26-28, 2016.

PARK, M. G. et al. The role of native bees in apple pollination. **Archives of Veterinary Science**. v.5, n.1, p.89-93, 2010.

PAXTON, R. J. Does infection by *Nosema ceranae* cause “Colony Collapse Disorder” in honey bees (*Apis mellifera*)? **Journal of Apicultural Research**. v.49, n.1, p.80-84. 2010.

PEGORARO, A. et al. Perdas de colônias de *Apis mellifera* L. no inverno suplementadas com alimentação artificial com pólen e favos de mel. **Revista Agrarian**. v.6, n.19, p.67-74, 2013.

PEREIRA, D. S. et al. Queen production (*Apis mellifera* L.), and natural mating queen rate in four cities of Brazilian northwest. **Revista Verde**. v. 8, n. 2, p. 09-16, 2013.

PETRI, J. L. et al. Fenologia de espécies silvestres de macieiras como polinizadoras das cultivares Gala e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.30, n.4, p. 868-874, 2006.

PETRI, J. L. et al. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.33 n.1, p.48-56,2011.

PETTIS, J.S. et al. Crop Pollination Exposes Honey Bees to Pesticides Which Alters Their Susceptibility to the Gut Pathogen *Nosema ceranae*. **PloS ONE**. v. 8, n. 7, p.1-9, 2013.

PICCIRILLO, G.A.; DE JONG, D. The influence of brood comb cell size on the reproductive behavior of the ectoparasitic mite *Varroa destructor* in Africanized honey bee colonies. **Genetic and Molecular Research**. v.2, n.1, p.36-42, 2003.

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

REISDÖRFER, A.F. Mercado apícola. **Conselho em revista**. v.3, n.27, p.13-15, 2006.

RIBEIRO, A.S. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. v.4, n.3, p. 01-06, 2009.

RUSIG, A. et al. Tela excludora de rainha na produção de mel e na longevidade das operárias em colmeias de *Apis mellifera*. **Ciência Rural**. v.32, n.2, p.329-334, 2002.

SANTOS, R. S. S.; SEBBEN, V. H.; WOLFF, L. F. Visita floral de *Apis mellifera* L. em diferentes clones de cultivares de maçãs 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.

SCHAFFSCHEK, T. P. et al. Efeito da suplementação alimentar sobre as características produtivas e reprodutivas de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. **Biotemas**. v.21, n.4, p. 99-104, 2008.

SCHNEIDER, S. S.; MCNALLY, L. C. Spatial foraging patterns and colony energy status in the African honey bee, *Apis mellifera scutellata*. **Journal of Insect Behavior**. v.6, n. 2, p.195–210,1993.

SHEFFIELD, C. S. Pollination, seed set and fruit quality in apple: studies with *Osmia lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) in the Annapolis Valley, Nova Scotia, Canada. **Journal of Pollination Ecology**. v.12, n.4, p. 120-128, 2014.

SILVA, R. H. D.; FREITAS, B. M. Produção e desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) a partir de diferentes áreas e idades de cria. **Ciência Rural**. v.34, n.2, 2004.

SILVA, D. F.; et al. Desenvolvimento e produção de pólen em colmeias de *Apis mellifera* L. africanizadas mantidas em cultura de girassol. **Revista Agrarian**. v.3, n.8, p.147-151, 2010.

TORRES, R. N. S.; BARRETO, M. R. Incidência de *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) em criação de abelhas com ferrão na região de Sinop, Mato Grosso, Brasil. **Entomo Brasilis**. v.6, n.1, p.30-33, 2013.

TURCATTO, A.P. et al. Infestação pelo ácaro *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) (Mesostigmata: Varroidae) em operárias adultas e em células de cria de abelhas africanizadas *Apis mellifera* Linnaeus (Hymenoptera: Apidae) na região de Franca-SP. **Entomo Brasilis**. v.5, n.3, p.198-203, 2012.

VIANA, B. F. et al. Stingless bees further improve apple pollination and production. **Journal of Pollination Ecology**, v.14, n.25, p. 261-269, 2014.

VIDAL, M. G. et al. Flora apícola e manejo de apiários na região do recôncavo sul da Bahia. **Revista Acadêmica, Ciência Agrária Ambiental**. v. 6, n. 4, p. 503-509, 2008.

WIELEWSKI, P. et al. Níveis de infestação do ácaro *Varroa destructor* em colônias de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas submetidas à produção de geleia real ou rainhas. **Magistra**. v.25, n.1, p.14-23, 2013.

WILLIAMS, G.R. et al. The microsporidian *Nosema ceranae*, the antibiotic Fumagilin-B, and western honey bee (*Apis mellifera*) colony strength. **Apidologie**, Springer-Verlag. v.42, n.10, p.12-22, 2011.

WITTER, S. et al. The bee community and its relationship to canola seed production in homogenous agricultural areas. **Journal of Pollination Ecology**. V.12, n.3, p.15-21, 2014.

WOLFF, L.F.; REIS, V. D. A.; SANTOS, R. S. S. Abelhas melíferas: bioindicadores e qualidade ambiental e de sustentabilidade da agricultura familiar de base ecológica. **Embrapa Clima Temperado**. (Documentos, 244) pp.38, p.22-28, 2008.